MÉMOIRE

SUR

LE PANCRÉAS

ET SUR

LE ROLE DU SUC PANCRÉATIQUE

DANS LES PHÉNOMÈNES DIGESTIFS

PARTICULIÈREMENT

DANS LA DIGESTION DES MATIÈRES GRASSES NEUTRES

PAR

M. Claude BERNARD,

Membre de l'Institut de France,
Professeur de médecine au Collége de France et de physiologie générale à la Faculté des sciences,
Membre des Sociétés de Biologie, Philomatique, etc.

Avec neuf planches gravées, en partie coloriées.

A PARIS,

CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE,

RUE HAUTEFEUILLE, 19.

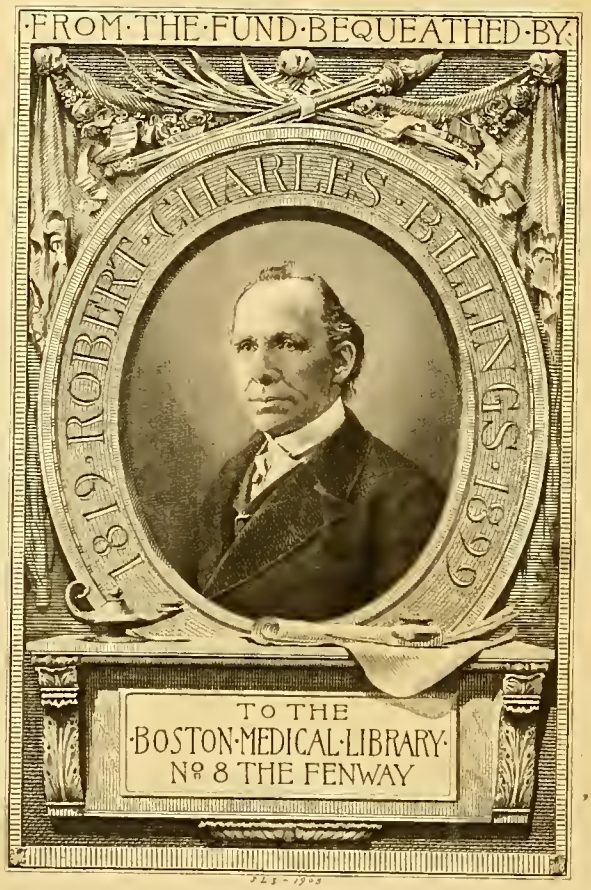
LONDRES,
H. BAILLIÈRE, 219, REGENT-STREET.

NEW-YORK,
H. BAILLIÈRE, 290, BROADWAY.

MADRID, C. BAILLY-BAILLIÈRE, CALLE DEL PRINCIPE, 11.

1856

B2.5



Boston Medical Library
in the Francis A. Countway
Library of Medicine ~ *Boston*

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
Open Knowledge Commons and Harvard Medical School

http://www.archive.org/details/mmoiresurlepan00bern

MÉMOIRE

SUR

LE PANCRÉAS

ET SUR

LE ROLE DU SUC PANCRÉATIQUE

DANS LES PHÉNOMÈNES DIGESTIFS,

PARTICULIÈREMENT

DANS LA DIGESTION DES MATIÈRES GRASSES NEUTRES;

PAR M. CLAUDE BERNARD,

Membre de l'Institut (Académie des Sciences), Professeur de Médecine au Collége de France et de Physiologie générale à la Faculté des Sciences, etc.

Avec neuf planches gravées, en partie coloriées.

A PARIS,

CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE,

Rue Hautefeuille, 19.

LONDRES,

H. BAILLIÈRE, 219, REGENT-STREET.

NEW-YORK,

H. BAILLIÈRE, 290, BROADWAY.

MADRID, C. BAILLY-BAILLIÈRE, CALLE DEL PRINCIPE, 11.

1856

OUVRAGES DE M. CL. BERNARD,

CHEZ LES MÊMES LIBRAIRES.

Leçons de Physiologie expérimentale appliquée à la Médecine, faites au Collège de France. Cours du semestre d'hiver 1854-1855. Paris, 1855; 1 vol. in-8° de 512 pages, avec 22 figures.

— Semestre d'été 1855. Paris, 1856; 1 vol. in-8°, avec figures.

Nouvelle fonction du foie, considéré comme organe producteur de matière sucrée chez l'homme et les animaux. Paris, 1853; in-4° de 94 pages.

Recherches expérimentales sur les fonctions du nerf spinal ou accessoire de Willis. Paris, 1851; in-4° de 84 pages, avec 2 planches.

Recherches expérimentales sur le grand sympathique et spécialement sur l'influence que la section de ce nerf exerce sur la chaleur animale. Paris, 1854; in-8° de 36 pages.

20320 Bi 2.08

PARIS. — IMPRIMERIE DE MALLET-BACHELIER,
rue du Jardinet, 12.

MÉMOIRE

SUR

LE PANCRÉAS

ET SUR

LE ROLE DU SUC PANCRÉATIQUE

DANS LES PHÉNOMÈNES DIGESTIFS,

PARTICULIÈREMENT

DANS LA DIGESTION DES MATIÈRES GRASSES NEUTRES;

PAR M. CLAUDE BERNARD.

PRÉLIMINAIRES.

L'analogie de structure qui existe entre le pancréas et les glandes salivaires avait porté de tout temps les anatomistes à grouper ces organes les uns à côté des autres, et le pancréas avait, à cause de cette comparaison, reçu le nom de *glande salivaire abdominale.*

Le plus grand nombre des physiologistes, guidés sans doute par la même induction et aussi par des expériences insuffisantes, avaient donné au suc pancréatique les attributs fonctionnels de la salive.

J'espère prouver, dans ce travail, que ce rapprochement physiologique entre le pancréas et les glandes salivaires est absolument erroné et qu'il doit être abandonné.

L'étude seule des phénomènes fonctionnels pouvait mettre en évidence la fausseté de cette manière de voir. C'est à l'expérimentation, sur l'animal vivant, qu'il faut toujours s'en référer définitivement pour connaître les propriétés organiques. La déduction anatomique est toujours insuffisante, parce qu'il est impossible, dans l'état actuel de la science, et qu'il

le sera probablement toujours, d'établir une relation nécessairement déduite entre les *formes élémentaires anatomiques* des organes glandulaires et les *propriétés chimiques* ou physiologiques spéciales de leur tissu et des liquides qu'ils sécrètent.

Si je suis arrivé à établir que le suc pancréatique agit d'une manière toute particulière sur les matières grasses neutres, et qu'il intervient puissamment dans les phénomènes chimiques de la digestion intestinale, je n'y ai certainement été amené par aucune considération de forme anatomique, et il m'aurait été absolument impossible, par cette voie, de remonter de la structure de l'organe à la détermination de sa fonction. En étudiant, au contraire, physiologiquement la digestion de la graisse dans l'intestin chez l'animal vivant, j'ai été conduit très-facilement, ainsi qu'on va le voir par ce qui suit, à découvrir quel est l'organe chargé d'accomplir cette modification alimentaire spéciale.

Pendant l'hiver de l'année 1846, j'étudiais la digestion des diverses matières alimentaires comparativement chez des animaux herbivores et carnivores. Ayant ingéré des matières grasses chez des chiens et chez des lapins, je poursuivais, dans les différentes parties du canal intestinal, les changements physiques ou chimiques que ces substances éprouvent pour être digérées et absorbées par les vaisseaux chylifères. Or je m'aperçus, en ouvrant l'intestin des animaux, que chez les chiens la matière grasse était émulsionnée et absorbée par les vaisseaux lactés dès le commencement de l'intestin grêle, et presque aussitôt après le pylore, tandis que chez les lapins le phénomène ne devenait très-évident que beaucoup plus bas, à une distance de l'ouverture pylorique qui pouvait varier de 30 à 50 centimètres, suivant la taille de l'animal.

Frappé de cette différence, je recherchai avec soin si elle ne tenait pas à quelque disposition anatomique particulière; je constatai, en effet, que chez le chien les deux conduits pancréatiques s'abouchent très-haut dans l'intestin, au commencement du duodénum, dans le voisinage du canal cholédoque, et que chez le lapin, au contraire, le conduit pancréatique principal se déverse beaucoup plus bas que le canal biliaire, et précisément dans le point où j'avais vu l'absorption de la graisse commencer avec une grande intensité.

Par l'observation de ce rapport entre la présence des chylifères lactescents et le lieu de déversement du suc pancréatique dans l'intestin, je fus naturellement porté à penser que c'était à ce liquide qu'il fallait attribuer la propriété de modifier la matière grasse pour la rendre absorbable.

Il s'agissait de vérifier cette présomption par des expériences directes faites sur la sécrétion du pancréas obtenue isolément. Dans ce but, je me mis à étudier les procédés les plus convenables pour recueillir le suc pancréatique dans de bonnes conditions, et j'arrivai à constater que ce liquide possède, en effet, la propriété spéciale d'émulsionner instantanément les graisses et d'agir ensuite chimiquement sur elles d'une manière très-remarquable.

Pendant deux ans que durèrent ces recherches ayant pour but d'établir que le suc pancréatique est l'agent de la digestion des matières grasses neutres alimentaires, j'ai eu l'occasion de répéter mes expériences devant beaucoup de savants français et étrangers, qui tous furent frappés de la netteté des résultats et de l'évidence de la conclusion qui en ressortait.

A la fin de l'année 1848, je fis connaître un certain nombre de mes expériences à la Société de Biologie, et bientôt après je communiquai mon premier Mémoire à l'Académie des Sciences, où il fut l'objet d'un Rapport qui me valut le prix de Physiologie pour l'année 1850 (1).

Depuis cette époque, MM. Colin, Lassaigne, en France; Lenz, Frerichs, Bidder et Schmidt, Moleschott, Herbst, etc., à l'étranger, ont reproduit mes expériences, soit pour les confirmer, soit pour les critiquer. Il est arrivé, en effet, quelquefois que certains de ces expérimentateurs ont obtenu des résultats en apparence opposés aux miens, parce qu'ils se sont placés dans des conditions expérimentales différentes ou défectueuses. Les preuves de ce que j'avance, qui sont faciles à donner, trouveront, ainsi que l'historique de la question, leur place dans le cours de ce Mémoire, en discutant les expériences qui s'y rapportent.

Par suite de mes recherches expérimentales, j'ai été conduit, dans ces derniers temps, à trouver un caractère spécial qui distingue facilement le tissu et la sécrétion du pancréas d'avec ceux de tous les autres organes glandulaires. Il m'a été possible, grâce à la découverte de ce caractère physiologique nouveau, de résoudre plusieurs questions anatomiques importantes, et particulièrement celle qui se rapporte aux propriétés des glandes duodénales, que Conrad Brünner, dès 1620, avait considérées comme des organes glandulaires de même nature que le pancréas.

En poursuivant ces mêmes investigations dans la série animale, j'ai encore été amené, à l'aide de ces caractères, à élucider différents points qui étaient restés obscurs dans l'anatomie comparée du pancréas.

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XXVIII, page 283, et tome XXX, pages 210 et 228.

Mes recherches physiologiques les plus nombreuses ont été faites sur les animaux mammifères; je les ai corroborées par des observations pathologiques chez l'homme.

Dans la deuxième partie de ce Mémoire, on trouvera des expériences qui ont été instituées sur des animaux appartenant à d'autres classes.

Quoique ces dernières ne soient pas encore suffisamment multipliées, elles autorisent néanmoins à donner au pancréas, dans les phénomènes chimiques de la digestion, une importance physiologique beaucoup plus grande et plus générale qu'on ne l'avait fait jusqu'alors.

En consacrant plus spécialement ce Mémoire à l'étude de la digestion des matières grasses neutres sous l'influence du suc pancréatique, je n'ai pas prétendu limiter à cette seule action digestive le rôle de ce fluide. Il possède, en effet, des propriétés qui s'étendent aux autres matières alimentaires. J'indiquerai, en terminant, un certain nombre de résultats que j'ai déjà obtenus à ce sujet, et ils seront suffisants, j'espère, pour faire comprendre que, bien qu'on puisse spécialiser l'action du suc pancréatique, ce liquide n'en exerce pas moins une influence générale sur tous les phénomènes chimiques de la digestion intestinale, par une sorte de solidarité digestive qui existe entre lui et les autres fluides intestinaux. C'est là une complexité fonctionnelle qu'il ne faut pas perdre de vue, surtout quand on veut mettre le volume du pancréas en rapport avec une alimentation déterminée chez les animaux des diverses classes.

CHAPITRE PREMIER.

CONSIDÉRATIONS ANATOMIQUES SUR LE PANCRÉAS.

Il ne s'agira point ici de reproduire l'anatomie descriptive humaine ou comparée du pancréas; je m'arrêterai seulement à quelques particularités anatomiques nouvelles et nécessaires à connaître pour l'intelligence ultérieure des expériences physiologiques. Les observations seront, en conséquence, très-restreintes; elles se rapporteront à l'homme, auquel doivent finalement s'appliquer tous les résultats de nos recherches, et à quelques animaux, tels que le chien, le chat, le lapin, etc., sur lesquels on expérimente le plus ordinairement (1).

---

(1) Consultez l'explication des planches pour de plus amples détails anatomiques.

§ I. — *Des conduits du pancréas et de leurs anastomoses.*

1°. *Chez l'Homme.* — Georges Wirsung (1), à qui l'on attribue la découverte du conduit pancréatique chez l'homme, en 1642, n'a décrit qu'un seul conduit s'ouvrant avec le canal cholédoque dans l'intestin.

Bernhard Swalve (2), en 1668, ne décrivit également qu'un seul conduit pancréatique, mais pouvant s'ouvrir soit isolément, soit en commun avec le canal cholédoque.

Regnier de Graaf (3), qui publia ses recherches complètes sur le suc pancréatique en 1671, indiqua déjà qu'il peut se rencontrer chez l'homme tantôt un seul conduit pancréatique, tantôt deux conduits pancréatiques distincts et indépendants l'un de l'autre ou s'anastomosant ensemble; il ajoute que, dans le cas de deux conduits pancréatiques, le plus gros des deux s'ouvre en commun avec le canal biliaire. Cet auteur donne, dans le même ouvrage, une figure du pancréas, dans laquelle on ne trouve représenté qu'un seul conduit s'insérant dans l'intestin avec le canal cholédoque. Ce qui ne signifie pas que R. de Graaf considérait cette disposition comme la plus ordinaire; car on sait qu'il reçut cette figure de F. Plempius, professeur à Louvain, qui la tenait lui-même de Sylvius de Le Boe.

Santorini (1775) (4) a décrit et figuré deux conduits pancréatiques : l'un, plus gros, s'ouvrant avec le canal biliaire dans une ampoule commune; l'autre, plus petit, s'ouvrant dans l'intestin, à deux travers de doigt environ au-dessus du premier. De plus, cet auteur a parfaitement représenté la communication des deux conduits. Il décrit le petit canal comme destiné à toute la tête du pancréas, et se jetant dans le conduit longitudinal dont il croise la direction. Il est surprenant que cette description ait été complètement oubliée, car tous les auteurs du siècle dernier et du commencement de celui-ci semblent ignorer cette disposition. C'est ainsi qu'elle est mentionnée comme une exception par Tiedmann (5) et par Mayer, qui ont

---

(1) *Figura ductus cujusdam cum multiplicibus suis ramulis noviter in pancreate observ.* Padoue, 1643.

(2) *Pancreas Pancrene adornante sive pancreatis succi;* 1668.

(3) *Tractatus anatomico-medicus de succi pancreatici natura et usu;* 1671.

(4) J. Dominici Santorini *Anatomici summi septemdecim tabulæ* quas edit Michael Girardi. Parmæ, 1775, page 150, Tables XII et XIII.

(5) *Journal complémentaire des Sciences médicales*, tome IV, page 330. — Sur les différences que le canal excréteur du pancréas présente chez l'homme et les mammifères; 1819. *Voir* Observations de Mayer, même recueil, tome III, page 283.

rapporté des exemples nombreux d'anomalies dans la distribution des conduits pancréatiques.

M. Bécourt (1830) résume, dans sa Thèse (1), de la manière suivante, les principales variétés qu'il a rencontrées; sur 32 sujets il trouva :

Chez 15	un canal unique s'ouvrant avec le cholédoque;
11	un canal unique s'ouvrant isolément;
1	deux canaux pancréatiques, dont l'un s'unissait au cholédoque;
4	les deux canaux pancréatiques s'ouvrant isolément et sans s'unir au canal biliaire;
1	les deux conduits pancréatiques s'ouvrant en commun avec le cholédoque.
32	

J.-F. Meckel (1835) (2) considère l'existence de deux conduits pancréatiques comme une anomalie ou plutôt comme une persistance de l'état fœtal. En effet, cet auteur admet que chez le fœtus il existe toujours deux conduits pancréatiques, dont un seul persiste pour constituer l'état normal chez l'adulte.

Huschke (1845) (3) ne décrit qu'un seul conduit pancréatique, et, à l'exemple de Meckel, il regarde comme exceptionnelle l'existence de deux canaux chez l'adulte.

En 1846, en expérimentant sur le chien, je constatai l'existence de deux conduits, et je fus frappé de la facile communication qui existe entre eux, communication que je démontrai par le passage facile du mercure ou de l'eau injectés d'un conduit dans l'autre. Je vérifiai la même disposition chez l'homme, car en injectant dans le pancréas du mercure par le gros conduit, pris à son insertion dans le duodénum, j'ai constamment vu revenir cette substance par le petit conduit pancréatique à la surface de la membrane muqueuse duodénale. Je pratiquai d'autres injections du même genre pour démontrer cette communication, non-seulement chez l'homme et chez le chien, mais encore chez le cheval, et les figures indiquant ces anastomoses des conduits pancréatiques furent présentées à l'Académie des Sciences en même temps que mon Mémoire, le 19 avril 1849.

---

(1) Thèse à Strasbourg, 1830 : *Recherches sur le pancréas, ses fonctions et ses altérations organiques.*

(2) *Anatomie comparée*, tome III.

(3) Huschke, *Traité de Splanchnologie et des organes des sens.* Traduction de Jourdan. Paris, 1845.

L'année suivante, à propos d'un concours de prosecteur à la Faculté de Médecine, M. Verneuil arriva à des résultats semblables, et confirma que l'existence des deux conduits pancréatiques était le cas le plus ordinaire; il donna une bonne description du petit conduit, qu'il nomma *canal azygos* du pancréas (1).

Dans les dissections nombreuses auxquelles je me suis livré, j'ai toujours rencontré deux conduits pancréatiques communiquant ensemble. La disposition qui est représentée dans la *fig.* 1, *Pl.* 1-2, est celle que j'ai observée le plus souvent. On voit que les conduits ont été en quelque sorte sculptés dans le tissu de la glande, afin de mettre à découvert leurs rameaux principaux, qui sont profondément cachés, au niveau du tiers postérieur de l'épaisseur du pancréas. Le conduit pancréatique le plus volumineux *cc'* rampe dans toute la longueur du pancréas, et il reçoit un grand nombre de petits rameaux latéraux, qui augmentent son calibre à mesure qu'il s'approche de l'intestin, où il vient, en se recourbant en *ff'*, s'ouvrir en *ih* de concert avec le conduit cholédoque V. Le petit conduit pancréatique *ee* semble, en quelque sorte, être une bifurcation du conduit principal, s'opérant vers le cinquième interne de la longueur du pancréas; il va s'insérer dans l'intestin, à 2 $\frac{1}{2}$ centimètres environ au-dessus du gros conduit, et sur un plan un peu plus antérieur.

Dans son trajet le petit canal pancréatique *ee* reçoit un certain nombre de ramifications, qui lui apportent le liquide sécrété dans les parties voisines. Ce petit conduit se fait remarquer par son calibre, qui, contrairement à ce qui a lieu dans le canal pancréatique principal, va en diminuant à mesure qu'il approche de son insertion intestinale, de telle sorte qu'il semble prendre réellement naissance dans l'intestin, pour se porter, par un trajet récurrent, vers le gros canal. Ce petit conduit pancréatique, que nous désignerons sous le nom de *canal récurrent*, n'a évidemment pas le même rôle que le grand, que nous appellerons *canal direct*. Tandis que ce dernier porte directement le suc pancréatique dans l'intestin, il semble, au contraire, que le canal récurrent ait plus de tendance, ainsi que l'avait déjà observé Santorini, à déverser son liquide dans le gros canal pancréatique que dans l'intestin.

L'écoulement du suc pancréatique par l'ouverture intestinale du canal récurrent ne serait, en quelque sorte, qu'accidentelle, et réservé pour les cas d'occlusion du conduit principal. La communication qui existe entre

(1) Verneuil, *Sur quelques points de l'anatomie du pancréas;* Mémoires de la *Société de Biologie*, tome III, page 133; 1852.

les deux conduits est, du reste, parfaitement libre, et n'est gênée par la présence d'aucune valvule.

Les deux conduits pancréatiques se comportent différemment quant à leur mode d'abouchement dans le duodénum. Le petit canal récurrent, visible hors de la glande dans un trajet excessivement court, est parfois accompagné par le tissu glandulaire jusque sur la tunique musculaire de l'intestin, de sorte que le péritoine passe directement de l'intestin sur la portion du pancréas qui recouvre complétement le conduit. Après avoir traversé les membranes intestinales, ce conduit vient s'ouvrir sur une papille simple *g'* par un orifice étroit. Le canal direct, arrivé au niveau de l'intestin, subit un léger rétrécissement et traverse obliquement, de haut en bas, les tuniques intestinales en venant se placer au-dessous du conduit biliaire V, avec lequel il s'abouche dans le fond d'une ampoule commune, nommée *ampoule de Water*. Tantôt, comme cela se voit dans les *fig.* 4 et 4 *bis*, l'orifice du canal pancréatique *ij* s'ouvre dans le fond même de l'ampoule *a*, tout à côté de l'orifice biliaire *hh'*; tantôt, comme cela se voit dans les *fig.* 3 et 3 *bis*, le conduit biliaire *h* se prolonge isolément jusqu'à l'orifice de l'ampoule. Dans ce dernier cas, la bile peut être apportée directement jusque dans la cavité intestinale sans se mélanger avec le suc pancréatique, tandis que, dans le premier cas, les deux liquides ont dû nécessairement se mêler dans l'ampoule de Water. On peut concevoir alors que si, par des circonstances accidentelles, l'écoulement de bile se fait avec abondance au moment où l'orifice de l'ampoule se trouve contracté, ce fluide pourra refluer dans le conduit pancréatique, surtout si celui-ci se trouve vide, comme cela a lieu pendant l'abstinence. C'est ce qui, sans doute, avait eu lieu chez un supplicié, que j'ai eu l'occasion d'examiner. L'ampoule de Water était remplie de bile, ainsi que le conduit pancréatique, qui était coloré en jaune, par cette sécrétion, dans plus de la moitié de sa longueur.

Outre la disposition dans l'abouchement des conduits pancréatiques que nous avons précédemment signalée, et qui est la plus ordinaire, on peut rencontrer un grand nombre de variétés, parmi lesquelles nous citerons les plus communes :

1°. Il arrive quelquefois que la disposition décrite plus haut est comme renversée, de telle sorte que le conduit principal s'ouvre le plus haut, et par une papille isolée, tandis que le petit conduit s'abouche en commun avec le canal cholédoque (*fig.* 2, *Pl.* 1-2). Dans ce cas, l'ampoule, ainsi que le pli de Water, ne sont pas déplacés, et restent avec le canal biliaire et le conduit pancréatique inférieur.

2°. On trouve quelquefois les deux conduits pancréatiques à peu près

aussi développés l'un que l'autre, parcourant toute la longueur du pancréas et communiquant entre eux par une anastomose transversale.

Ces variétés, de même que d'autres qu'on a signalées, me semblent explicables par une simple inégalité dans le développement respectif des deux conduits pancréatiques. Ainsi que Meckel l'avait déjà remarqué, il existe dans le fœtus deux conduits pancréatiques à peu près égaux. Par les progrès de l'âge, il s'établit une disproportion dans l'accroissement de l'un de ces canaux, en rapport, sans doute, avec une différence dans la part d'activité qu'il a dans l'excrétion du liquide sécrété. Habituellement, c'est le conduit inférieur qui reste le plus développé, tandis que le supérieur s'atrophie. C'est cette disposition qu'on pourrait appeler l'*état normal*. Mais on conçoit que l'inverse puisse avoir lieu, comme le montre la *fig.* 2, et l'on comprend aussi la possibilité d'un développement à peu près égal dans les deux conduits, ainsi que je l'ai quelquefois observé.

Quant à l'atrophie qui se manifeste dans le petit conduit récurrent, on peut voir, *fig.* 1, *Pl.* 1-2, qu'elle s'opère en procédant de l'ouverture intestinale vers sa communication avec le gros conduit ou canal direct. Cette branche récurrente tend ainsi à se transformer en une sorte de division du conduit principal, et l'on comprend, dans ce cas, que si l'atrophie est poussée assez loin, l'extrémité intestinale du conduit pourra s'être oblitérée et avoir complétement disparu ; et alors se sera réalisée la variété d'un seul conduit pancréatique, variété que je n'ai jamais rencontrée, bien qu'elle ait été indiquée par divers auteurs.

On a signalé encore chez l'homme des cas dans lesquels les conduits pancréatiques s'ouvraient isolément dans l'intestin sans se réunir avec le canal biliaire. Ces différences anatomiques ne sauraient entraîner aucune modification dans la fonction. Car les distances entre les orifices d'abouchement des conduits biliaire et pancréatique ne sont guère, dans ces circonstances, que de quelques millimètres, ce qui ne peut s'opposer au mélange immédiat des liquides pancréatique et biliaire dans l'intestin.

2°. *Chez le Chien* (*fig.* 1, *Pl.* 3-4), il existe constamment deux conduits pancréatiques, dont l'inférieur $l_{,}$, plus volumineux, s'ouvre en i au-dessous du conduit biliaire, à une distance qui peut varier de 1 à 2 centimètres, suivant la taille de l'animal ; tandis que l'autre conduit e, plus petit, s'ouvre en g tout à côté du conduit biliaire V ; ce dernier a son orifice en h sur le sommet d'une papille qui est commune aux deux conduits. D'après la forme du pancréas du chien, le conduit pancréatique principal est constitué par deux portions, l'une transversale cc', l'autre verticale l'',

se réunissant près de l'intestin en un tronc unique *l*, qui, après une longueur de 3 à 4 millimètres, vient s'insérer au duodénum en traversant obliquement les tuniques intestinales. Le petit conduit *k* qui se prolonge surtout dans la portion verticale du pancréas communique constamment par une ou deux anastomoses *k'*, *f* avec le conduit inférieur, de telle façon que, s'il existait un obstacle à l'écoulement du suc pancréatique dans un des conduits, il pourrait refluer immédiatement par l'autre dans l'intestin. Cela se démontre très-facilement quand, avec une seringue dont on a placé la canule dans le gros conduit, on injecte de l'eau du côté du pancréas; on voit alors, si l'on a préalablement ouvert l'intestin, le liquide jaillir très-manifestement par l'orifice du petit conduit. Réciproquement, le même passage a lieu quand on injecte l'eau du petit canal vers le grand, ce qui prouve qu'il n'y a pas de valvules déterminant l'écoulement du liquide plutôt dans un sens que dans l'autre.

Cette communication entre les deux conduits pancréatiques chez le chien est indiquée par R. de Graaf, dès l'année 1670, dans les termes suivants : « *Ductus illi gemini occurrunt in ipso pancreate ut plurimum simul junguntur,* » *ita ut inflato uno ductu statim etiam alter intumescat* (1). » Nous avons déjà eu l'occasion de remarquer que la communication des deux conduits chez l'homme avait, en quelque sorte, été oubliée par les anatomistes depuis Santorini; de même les anastomoses qui existent chez le chien ne se trouvent pas consignées même dans les traités d'anatomie comparée les plus récents. Cependant si ces particularités ont pu être négligées par les anatomistes, elles sont du plus haut intérêt pour le physiologiste, ainsi que nous aurons occasion de le faire voir plus tard.

Dans de très-nombreuses dissections que j'ai eu occasion de faire, je n'ai jamais rencontré de variétés anatomiques dignes d'attention dans la disposition des conduits pancréatiques chez le chien. Cependant on pourrait en concevoir la possibilité pour les mêmes raisons que nous avons déjà indiquées relativement à l'homme. En effet, chez le chien, à l'état fœtal, les deux conduits pancréatiques sont à peu près également développés (*fig.* 4, *Pl.* 3-4), et ce n'est, comme chez l'homme, que par les progrès de l'âge qu'il s'établit une disproportion qu'on observe chez l'adulte entre les deux conduits.

3°. *Chez le Chat* (*fig.* 5, *Pl.* 1-2; *fig.* 2 et 3, *Pl.* 3-4,), la forme du pancréas offre beaucoup d'analogie avec celle qu'on observe chez le

(1) *Loco cit.*, page 17.

chien; on trouve constamment deux conduits pancréatiques, l'un s'ouvrant, comme chez le chien, de concert avec le canal cholédoque, et l'autre s'abouchant isolément, un peu plus bas, dans le duodénum. Ces conduits sont susceptibles toutefois d'offrir un très-grand nombre de variétés. J'ai fait représenter trois dispositions prises parmi celles qui m'ont paru les plus fréquentes. Dans la *fig.* 3, *Pl.* 3-4, les deux conduits pancréatiques *c*, *c'*, sont à peu près également développés, et communiquent entre eux par une anastomose transversale très-manifeste. Dans la *fig.* 2, *Pl.* 3-4, le conduit inférieur *f e* est considérablement plus volumineux que le supérieur *c*, qui s'abouche avec le canal biliaire V. Dans la *fig.* 5, *Pl.* 1-2, on remarque une disposition inverse à la précédente, c'est-à-dire que le conduit supérieur *cc'* offre le plus grand développement, tandis que le conduit inférieur *e* est très-grêle, bien qu'il existe très-évidemment une anastomose en *e'* entre la branche inférieure du conduit principal et le petit conduit.

Les variétés qu'on observe dans la disposition des conduits pancréatiques chez le chat sont difficiles à expliquer; toutefois elles sembleraient se rapporter à une sorte de fusion entre les conduits de deux pancréas qui seraient primitivement séparés. Dans la *fig.* 2, *Pl.* 3-4, il semble y avoir, en effet, deux pancréas qui seraient restés encore distincts jusqu'à un certain point.

Mayer a signalé chez le chat une disposition exceptionnelle qui consisterait en une sorte de vésicule pancréatique (1). Je n'ai jamais eu l'occasion de rencontrer cette particularité; mais il me semble qu'on peut se demander si cette sorte de vésicule ne serait pas simplement une dilatation d'un des conduits pancréatiques survenue par suite d'une obstruction vers son embouchure intestinale ou par toute autre cause.

4°. *Chez le Lapin* (*fig.* 5, 5 *bis*, 6, 6 *bis*, *Pl.* 3-4), le pancréas offre une apparence tout à fait différente de celle que nous avons signalée dans les animaux précédents; au lieu que sa substance soit ramassée dans un organe épais, elle est en quelque sorte étalée en arborisations très-délicates entre les feuillets du mésentère (*fig.* 5). Le conduit principal, qui résulte de la réunion successive en un tronc commun des différentes branches secondaires, descend en suivant parallèlement les vaisseaux sanguins qui sont compris dans l'anse duodénale, et vient s'ouvrir dans la portion ascendante du duodénum à une distance de l'orifice pylorique qui peut varier de 30 à 50 centimètres, suivant la taille du lapin.

---

(1) *Journal complémentaire des Sciences médicales*. L. c.

Il existe quelquefois un autre conduit pancréatique *g* (*fig.* 5, *Pl.* 3-4), non signalé par les anatomistes, beaucoup plus petit que le précédent et venant s'ouvrir dans le canal biliaire *ch* ou dans l'intestin très-près de l'abouchement du canal cholédoque. Il faut agir avec beaucoup de précaution pour découvrir ce petit conduit pancréatique, et lorsqu'il m'a quelquefois été impossible de le voir, je ne pourrais pas affirmer s'il m'a échappé à raison de son extrême ténuité ou si son absence était réelle dans ces cas.

Il ne m'a pas été possible, par l'injection de substances colorées, de montrer une communication directe entre les deux conduits pancréatiques chez le lapin. Dans ces circonstances le tissu de la glande s'infiltre, et il pourrait peut-être en résulter un obstacle au passage de la substance injectée par les anatomoses très-ténues des conduits. En opérant sur l'animal vivant la ligature du gros conduit près de l'intestin, je n'ai pas remarqué non plus qu'une certaine quantité du liquide pancréatique retenu dans le canal distendu, pût passer dans le petit canal et parvenir ainsi jusque dans le duodénum.

5°. *Chez le Cheval,* le pancréas est très-volumineux et souvent terminé à son extrémité splénique par une bifurcation en forme de croissant. Il m'a offert, dans tous les cas que j'ai vus, deux conduits pancréatiques : l'un plus gros, qui règne dans toute la longueur de l'organe et vient s'ouvrir dans l'intestin avec le canal cholédoque ; l'autre plus petit s'insérant à l'intestin à 6 ou 7 centimètres au-dessous du gros conduit. Le petit conduit communique par une partie plus large avec le canal principal vers le tiers environ de la longueur du pancréas, et il revient ensuite, à la manière du canal pancréatique récurrent chez l'homme, en diminuant de volume à mesure qu'il s'approche de l'intestin.

6°. *Chez le Bœuf,* le pancréas est plus aplati, moins allongé que chez le cheval. Le conduit pancréatique principal vient s'ouvrir dans l'intestin à 40 ou 45 centimètres environ plus bas que le canal biliaire.

7°. Dans le *Mouton* et la *Chèvre*, le conduit pancréatique principal s'ouvre dans le canal biliaire à plusieurs centimètres avant son insertion intestinale, de telle sorte que le suc pancréatique et la bile arrivent dans l'intestin après avoir été déjà mélangées.

D'après les dispositions que nous avons précédemment signalées dans l'anatomie des conduits du pancréas, nous voyons que le suc pancréatique vient se déverser dans l'intestin, tantôt en même temps que la bile, tantôt au-dessous d'elle, mais jamais longtemps avant ce dernier fluide. Nous devons déjà en conclure que le suc pancréatique est toujours appelé à

agir sur les matières alimentaires en même temps que la bile, ou bien après elle, mais jamais à l'état d'isolement et longtemps avant son mélange avec le fluide biliaire. Le canal de la bile présentant, en effet, une insertion dans le duodénum qui est assez fixe et généralement rapprochée du pylore, conséquemment le conduit pancréatique ne peut jamais s'insérer à une grande distance au-dessus du canal cholédoque, tandis qu'il peut, au contraire, venir s'aboucher très-bas dans l'intestin bien loin de l'orifice du conduit biliaire.

Nous avons vu, en outre, que lorsqu'il existe deux conduits pancréatiques, il arrive généralement qu'ils communiquent l'un avec l'autre, et qu'ils se suppléent mutuellement, de telle sorte que la ligature de l'un d'eux n'apporte pas des troubles manifestes dans l'écoulement du liquide sécrété. Nous aurons plus tard occasion de revenir sur cette particularité importante à propos des expériences sur les animaux vivants.

Enfin, chez les Mammifères, les conduits pancréatiques s'ouvrent ordinairement dans l'intestin par un orifice rétréci à la pointe d'un mamelon saillant. Cet orifice est contractile, de façon à empêcher, d'une manière absolue, l'introduction des liquides intestinaux dans les conduits du pancréas, circonstance qui, ainsi que nous le verrons plus tard, pourrait amener l'altération et même la destruction de l'organe glandulaire.

§ II. — *Structure du pancréas.*

Le tissu pancréatique se fait remarquer par sa grande friabilité et par la facilité avec laquelle il peut s'altérer. Toutefois sa structure microscopique ne diffère pas essentiellement de celle des autres glandes conglomérées dans la catégorie desquelles le pancréas se trouve placé. Dans la *fig.* 5 *bis*, *Pl.* 1-2, se trouvent figurées des cellules de diverses glandes prises chez l'homme : *a* cellules du pancréas; *b* cellules de la glande sous-maxillaire; *c* cellules du parotide; *d* cellules de la sous-linguale; *e* cellules des glandes duodénales de Brunner. Il serait à peu près impossible, en s'appuyant uniquement sur les apparences de forme histologique, de distinguer le pancréas d'avec les diverses glandes salivaires, les glandes de Brunner, etc. Le tissu pancréatique (*fig.* 6, *Pl.* 1-2) est finalement constitué comme celui des autres glandes par des culs-de-sac résultant d'une agglomération de cellules rapprochées les unes des autres et communiquant avec les conduits excréteurs dans lesquels se déverse le produit de la sécrétion.

Chez le lapin on distingue facilement les extrémités des conduits excréteurs *c*, *c*, *c* (*fig.* 6), quand on soumet à l'observation microscopique le tissu du pancréas frais, en ayant soin de ne pas le dilacérer, mais d'étaler

directement, sur une lame de verre, les extrémités excessivement minces par lesquelles se terminent, entre le feuillet du mésentère, les arborisations du pancréas.

Quant aux nerfs qui animent le pancréas, ils proviennent spécialement du grand sympathique, et leur terminaison n'est pas mieux connue dans cet organe que dans les autres glandes.

J'ai fait représenter (*fig.* 7, *Pl.* 1-2) des vaisseaux capillaires provenant d'une pièce injectée normalement par le sang sur un lapin; on y voit les vaisseaux former des anses ou des mailles qui environnent les cellules glandulaires. On n'observe jamais d'autres dispositions des vaisseaux dans les tissus glandulaires, et c'est toujours à un contact de cellules et de vaisseaux sanguins, séparés par des parois plus ou moins ténues, qu'il faut s'arrêter pour déterminer les conditions anatomiques d'une sécrétion quelconque.

Nous voyons, en résumé, que le tissu du pancréas n'offre rien de spécial quant à la forme de ses éléments et quant à la manière suivant laquelle ils sont groupés. Cependant le produit de sécrétion de cet organe est, ainsi que nous le verrons, doué de propriétés essentiellement différentes de celles que possèdent les liquides sécrétés par les autres glandes auxquelles on a comparé le pancréas, telles que les glandes salivaires, par exemple. Cette différence, dans le produit de sécrétion, ne saurait donc s'expliquer par des considérations de forme anatomique appréciables au microscope, puisque les vaisseaux et les cellules paraissent dans des rapports identiques, et que le sang qui pénètre dans le pancréas est le même dans toutes les glandes ainsi que les nerfs qui proviennent généralement du grand sympathique. Mais à côté de la forme de l'élément anatomique, nous avons sa nature, c'est-à-dire ses caractères chimiques qu'il importe de considérer, surtout quand il s'agit d'organes qui fournissent des produits destinés à agir chimiquement dans l'économie. Ce sera, en effet, dans la spécialité des propriétés de la matière constituant la cellule, et non dans sa forme, qu'il faudra chercher la raison des différences particulières de la sécrétion. La forme d'une cellule glandulaire, pas plus que la forme générale d'une glande, ne peut influencer la partie chimique de sa fonction. Nous verrons, en effet, dans le paragraphe suivant, que les propriétés chimiques du tissu pancréatique le caractérisent parfaitement. A ce point de vue des propriétés du tissu, on peut même différencier beaucoup d'autres glandes que l'on a jusqu'à présent rapprochées et confondues anatomiquement. C'est ainsi, comme je l'ai dit dans un autre Mémoire, que le tissu de

la glande parotide et celui de la glande sublinguale, qui ne se distinguent pas par la forme anatomique de leurs éléments, présentent dans leur tissu des propriétés particulières qui sont en rapport avec la différence de leur sécrétion.

§ III. — *Des propriétés chimiques spéciales au tissu du pancréas.*

Les caractères physico-chimiques que j'ai déterminés pour distinguer le pancréas des autres glandes et organes du corps se rapportent à la fois au suc et au tissu pancréatiques; nous allons examiner ici ces différentes propriétés dans le tissu pancréatique.

Première propriété. — 1°. *Le tissu du pancréas acidifie rapidement les graisses neutres.* — Cette propriété caractérise le tissu du pancréas d'une manière toute spéciale et sert à le distinguer des autres organes glandulaires avec lesquels sa forme histologique pourrait permettre de le confondre. Ce caractère du tissu pancréatique, qui n'est que la répétition des propriétés du suc sécrété, ainsi que nous le verrons plus tard, consiste dans une action chimique spéciale exercée sur les matières grasses neutres. Quand on place, à une température égale à celle du corps de 30 à 40 degrés, du tissu pancréatique frais broyé avec une graisse neutre quelconque, on voit que bientôt le mélange devient acide d'une manière très-manifeste. Pour se rendre compte du phénomène qui se passe, il faut admettre que l'acide se développe aux dépens de la matière grasse, car sans elle la réaction acide ne se produit jamais. D'où il résulte que l'on est amené à considérer le tissu du pancréas comme capable d'opérer rapidement l'acidification des matières grasses neutres en les dédoublant en glycérine et acide gras. Cette propriété, qui appartient au suc pancréatique, ainsi qu'au tissu du pancréas, a été découverte et signalée par moi dès 1848. Depuis, tous les expérimentateurs qui l'ont cherchée l'ont constatée et elle a été confirmée par des expériences récentes très-précises de M. Berthelot (1). Plus loin, nous aurons à examiner l'action du suc pancréatique sur les graisses; je veux rappeler seulement ici que le tissu du pancréas agit de la même manière que le suc sécrété.

Quand on place, avons-nous dit, du tissu pancréatique frais broyé dans un mortier avec un tiers environ de son poids de graisse neutre, butyrine ou axonge récemment préparées, et qu'on laisse le mélange, étendu avec

(1) Thèse de la Faculté des Sciences, n° 128; 1854 : Synthèse des principes immédiats des graisses des animaux.

un peu d'eau, exposé à une température douce de 30 à 40 degrés, on constate que déjà, au bout de trois à quatre heures, ce mélange, qui ressemble à une émulsion épaisse, est très-nettement acide au papier de tournesol. Si, après vingt-quatre heures de contact, on traite convenablement cette bouillie pancréatique, on en sépare nettement les acides gras qui se sont formés. Ces expériences ont été reproduites plusieurs fois avec les tissus pancréatiques de bœuf, de chien, etc.

On a recherché les acides gras et la glycérine dans le mélange acidifié par la même méthode, qui sera décrite à propos d'expériences semblables faites avec le suc pancréatique (*voyez* § I^er^, ch. III).

La réaction acide qui se produit au contact de la graisse neutre et du tissu du pancréas dépend donc d'une altération spéciale ou d'un dédoublement de la graisse, et non pas d'un acide qui se serait développé par la décomposition de la matière seule du pancréas. Quand on laisse, en effet, du tissu pancréatique broyé avec un peu d'eau à la température de 30 à 40 degrés, jamais on n'observe son acidification; au contraire, il se développe bientôt des produits ammoniacaux à réaction alcaline. Toutefois, quand il se trouve naturellement de la graisse dans le tissu de la glande pancréatique, et qu'on n'a pas eu le soin de l'enlever exactement, il peut se développer une réaction acide lorsqu'on vient à mélanger cette graisse avec le tissu pancréatique par le broiement. Il est remarquable que, pour que la graisse et la matière du pancréas réagissent l'une sur l'autre, il faut que l'organe soit préalablement trituré, ce qui indiquerait que la matière active est renfermée dans des cellules dont les parois ne permettent pas son action sur les tissus environnants.

On connaît dans le règne végétal d'autres substances qui sont dans le même cas; l'amygdaline et l'émulsine, par exemple, qui se trouvent dans l'amande amère, ne réagissent l'une sur l'autre qu'au moment où l'on vient à rompre les cellules qui les contiennent.

Cette acidification des graisses neutres peut être produite au moyen de parcelles excessivement ténues et en quelque sorte microscopiques de tissu pancréatique. J'ai pensé alors que, si l'on pouvait trouver un moyen de rendre la réaction évidente, on aurait ainsi réalisé un caractère distinctif du tissu pancréatique. Ce caractère serait distinctif, en effet, car je me suis assuré que le pancréas est le seul organe de l'économie dont le tissu broyé avec de la graisse neutre soit capable de lui communiquer une acidification rapide. J'ai broyé les diverses glandes salivaires, la prostate, le testicule, le foie, la rate, les muscles, avec de l'axonge, en ajoutant un peu d'eau

au mélange ; et aucun de ces tissus n'a produit, comme le tissu du pancréas, l'acidification de la graisse en quelques heures.

Cherchant depuis longtemps à appliquer ce caractère acidificateur de la graisse du tissu pancréatique pour le reconnaître, j'avais songé à mettre le tissu pancréatique en contact avec un liquide contenant de la graisse mêlée avec de la teinture de tournesol alcaline bleue. Si la réaction avait lieu, la teinture bleue devait nécessairement passer au rouge au moment même où l'acidification s'opérerait, et alors on aurait le changement de couleur qui indiquerait que la réaction s'est produite. Seulement la difficulté était de trouver une matière grasse neutre miscible à la solution aqueuse de teinture de tournesol, de telle façon que le contact pût s'établir entre le liquide-réactif et le tissu du pancréas. Or M. Berthelot, ayant reproduit artificiellement la butyrine et différentes substances grasses neutres qui peuvent facilement être dissoutes ou tenues en suspension par l'eau, eut l'obligeance de me donner de la butyrine qui réalisait précisément la substance que je cherchais pour caractériser le tissu du pancréas et le distinguer des autres tissus glandulaires.

Je préparai alors un véritable réactif du pancréas en mélangeant de la monobutyrine avec environ deux ou trois fois son volume de teinture aqueuse bleue concentrée de tournesol. Dans ce mélange, on a : 1° la graisse neutre (butyrine) qui doit être acidifiée, et 2° la teinture bleue susceptible de manifester à l'instant, par son changement de couleur, l'acidification quand elle sera survenue (1). Voici comment je procède pour appliquer ce réactif : j'enlève, à l'aide d'une pince avec la pointe d'un scalpel, un petit fragment de tissu pancréatique et je le place sur une lame de verre comme pour soumettre ce fragment à l'examen microscopique ; à l'aide d'une pipette, je laisse tomber sur ce tissu trois ou quatre gouttes du mélange bleu de butyrine et de tournesol précédemment indiqué, puis je recouvre le tout avec une lamelle de verre. Au bout de quelques instants, à la température ambiante, on aperçoit une auréole rouge se manifester tout autour du fragment du pancréas, et peu à peu cette coloration rouge s'étend du centre à la circonférence et finit par envahir toute la surface du liquide si la quantité du tissu pancréatique est assez considérable pour développer une réaction acide suffisante.

---

(1) Ce liquide, préparé d'avance, peut se conserver pendant quelque temps ; toutefois il faut le renouveler dès qu'on voit sa coloration tendre à passer au rouge, ce qui a lieu au bout de quelques semaines par suite de la décomposition spontanée d'un peu de butyrine.

Le mécanisme de la réaction qui se passe dans cette acidification paraît au premier abord facile à comprendre. On peut penser, en effet, que le tissu du pancréas, mis en contact avec la solution de tournesol chargée de butyrine, dédouble cette dernière substance et met en liberté de l'acide butyrique qui, immédiatement, manifeste sa présence à l'aide de la teinture du tournesol, qui de bleue devient rouge. Il y aurait là en petit ce qui se passe plus en grand quand on broie le tissu de la glande avec une matière grasse neutre.

Néanmoins j'ai observé plusieurs faits singuliers à propos de cette réaction. Le premier, c'est que le tissu du pancréas est plus actif que le suc sécrété par le même organe pour développer la coloration rouge de la teinture de tournesol; en mélangeant une goutte de suc pancréatique avec le réactif, je n'ai pas vu l'acidification se manifester. Une autre circonstance curieuse à noter, c'est que cette acidification du réactif sous l'influence du tissu pancréatique se fait très-bien sur une lamelle de verre à l'abri du contact de l'air. Elle paraît même s'y manifester plus vite que lorsque le tissu n'est pas pressé par une lamelle qui le recouvre. Toutefois cette acidification ne s'opère jamais que sous l'influence de la matière grasse; car on peut agir avec la même teinture de tournesol et le même pancréas, et la coloration du liquide reste bleue tant qu'on n'ajoute pas de butyrine capable de donner naissance à une réaction acide par son contact avec le tissu pancréatique (1).

Ce réactif formé de butyrine et de teinture de tournesol offre un très-grand inconvénient, qui consiste dans la difficulté de se procurer la butyrine. Cette substance exige, en effet, une préparation laborieuse, puisqu'il faut

(1) Le réactif que nous venons d'indiquer est d'une très-grande sensibilité à cause de l'extrême facilité à la décomposition que présente la butyrine. Si on laisse les tissus animaux en contact un certain temps avec ce réactif, ils peuvent produire une acidification du liquide, qui alors devient rouge comme dans le cas où il s'agissait du pancréas; c'est ce qui peut arriver avec le tissu du foie, des glandes salivaires, des glandes de Brunner, des reins, de la rate, etc. Mais, dans tous les cas, le tissu du pancréas agit instantanément, tandis que les autres organes n'agissent que plus lentement; il est remarquable que ce soit la rate qui offre le moins d'énergie sous ce rapport, et que quelquefois même la réaction ne se produise pas du tout avec elle. On pourra, si l'on veut éviter l'erreur, tremper préalablement les tissus dans l'alcool ordinaire: de cette manière on coagule toutes les substances capables d'opérer cette décomposition; et dans le pancréas seulement cette matière est susceptible de se redissoudre dans l'eau, et l'on obtient ainsi la réaction dans le tissu du pancréas à l'exclusion de tous les autres, de sorte qu'au lieu d'avoir seulement une différence d'intensité, on a alors une différence absolue.

chauffer de l'acide butyrique en présence d'un excès de glycérine pendant trois heures à 200 degrés. C'est pour cette raison que j'ai cherché à réaliser d'autres réactifs analogues, mais plus faciles à obtenir. J'ai, pour cela, fait émulsionner aussi exactement que possible du beurre dans une matière visqueuse colorée par de la teinture de tournesol bleue. Voici comment je prépare ce second réactif, qui est moins sensible que le premier, mais qui sera peut-être quelquefois utile à cause de la facilité à se le procurer. Je prends 80 grammes, par exemple, d'une forte dissolution aqueuse de tournesol bleu, j'y ajoute 2 grammes de beurre frais et 5 grammes de graine de lin. Je fais bouillir ce mélange pendant environ un quart d'heure, après quoi je décante ce liquide bouillant, de manière à séparer les graines de lin. Je verse le liquide, pendant qu'il est encore très-chaud, dans un mortier, et je l'agite avec le pilon jusqu'à ce qu'il soit refroidi. Par cette agitation prolongée, cette décoction perd beaucoup de sa viscosité, et l'émulsion du beurre devient si parfaite, que le liquide bleu reste parfaitement transparent. Le réactif ainsi préparé est toujours plus ou moins gluant; il se conserve pendant quelques jours, après lesquels l'émulsion se défait, et la graisse séparée vient à la surface; et cela a lieu plus vite pendant l'été quand la température est élevée. C'est donc à l'état frais que doit être le réactif employé, et pour cela on procède ainsi qu'il a été indiqué, en ajoutant quelques gouttes du liquide réactif sur une parcelle de pancréas placée sur une lame de verre, ou mieux, dans un petit godet qui s'y trouve creusé; on recouvre ensuite le tout d'une lamelle pour empêcher l'évaporation. Après un quart d'heure ou une demi-heure on voit la réaction commencer; une auréole rouge se dessine autour du fragment de pancréas, et s'étend peu à peu du centre à la circonférence du liquide.

J'ai encore essayé d'émulsionner du beurre fondu à la température de 30 à 40 degrés avec de la glycérine. Il se produit un mélange passager; et si, à ce moment, on imbibe le tissu du pancréas avec la glycérine ainsi mélangée au beurre, on obtient la même réaction acide lorsqu'on ajoute de la teinture aqueuse de tournesol, qui est miscible à la glycérine.

Je pourrais indiquer encore d'autres mélanges, qui tous donnent de bons résultats. Je me bornerai à en signaler particulièrement un, qui consiste à faire dissoudre le corps gras dans de l'éther et à le mélanger, sous cette forme, avec le tissu que l'on veut faire agir sur la graisse. La réaction qu'on obtient dans ces cas est très-nette et très-rapide, et je vais entrer, relativement à ce procédé, dans quelques détails, parce que la simplicité du

réactif et la facilité avec laquelle on peut se le procurer font que l'on y aura sans doute plus souvent recours qu'à tout autre.

Voici comment on devra préparer le réactif :

1°. On fera dissoudre dans de l'éther du beurre frais et aussi neutre que possible. La proportion de beurre est à peu près insignifiante ; il vaut mieux qu'il y en ait une proportion un peu forte qu'une trop faible quantité ; on peut même en mettre assez pour que l'éther soit saturé. Cette solution, conservée dans un flacon bouché, ne s'altère pas et peut servir longtemps.

2°. On aura, d'autre part, une dissolution aqueuse de tournesol, assez concentrée pour qu'une couche de ce liquide d'un demi-millimètre sur une lamelle de verre conserve une teinte bien bleue.

3°. Enfin, dans un troisième flacon, on aura de l'alcool ordinaire.

Pour appliquer les réactifs, on procède ainsi qu'il suit : On prend un fragment de l'organe glandulaire que l'on veut essayer et on le pose sur une lamelle de verre. On ajoutera ensuite sur ce tissu quelques gouttes d'alcool ordinaire, en dilacérant le tissu avec la pointe d'une aiguille, de manière qu'il soit bien imbibé d'alcool. L'action de l'alcool, dans ce cas, a pour but d'enlever l'eau au tissu, de façon que l'imbibition par le réactif soit ensuite plus facile. L'alcool a encore la propriété de crisper rapidement la matière gluante que contiennent certaines glandes, telles que les glandes sublinguales, celles de Brunner, etc., et d'empêcher cette substance filante de se dissoudre dans le liquide qu'elle rendrait visqueux. Cette viscosité du liquide est un obstacle à la réaction en ce que le contact du tissu et de la graisse est rendu plus difficile, et que cette matière, en se mêlant à la teinture de tournesol, donne des variétés de teintes qui peuvent en imposer et rendre la réaction acide moins évidente. L'éther ajouté directement au tissu glandulaire ne change aucunement les propriétés de cette matière gluante.

Quand le tissu glandulaire a macéré pendant quelques instants, environ un quart d'heure, dans l'alcool, on enlève l'excès d'alcool en plaçant le fragment de tissu sur du papier brouillard ; puis on replace le petit morceau de tissu sur une lamelle de verre bien propre, et avec une petite pipette on laisse tomber sur lui deux ou trois gouttes d'éther tenant le beurre en dissolution. On dilacère aussitôt ce tissu avec la pointe d'un scalpel, de manière à opérer un mélange bien complet avec l'éther, qui s'évapore rapidement, laissant sur le tissu la matière grasse extrêmement divisée. Quand le tissu glandulaire est ainsi imprégné de matière grasse, on en prend, avec la pointe d'un bistouri, un fragment que l'on place dans un petit godet d'un millimètre de profondeur, qui est creusé sur une lamelle

de verre et qu'on avait préalablement rempli avec quelques gouttes de teinture aqueuse de tournesol bien bleue, et l'on recouvre le tout d'une lamelle de verre, en ayant soin de ne pas laisser d'air entre les deux verres.

Le tissu glandulaire se trouve alors plongé dans un liquide ayant une teinte bleue intense. Quelques instants après, à mesure que le tissu s'imbibe du réactif, on voit, lorsque c'est le tissu du pancréas qu'on a employé, une auréole rouge apparaître autour du tissu et s'étendre vers la circonférence, de manière à envahir, au bout d'un certain temps, tout le liquide.

Cette coloration rouge est d'autant plus intense que la teinture de tournesol est plus forte. C'est afin de rendre cette réaction plus évidente que nous employons toujours de la teinture de tournesol assez concentrée, que nous préparons en mettant dans de l'eau un excès de tournesol en pains.

Avec ce réactif, comme avec les autres, le tissu du pancréas seul produit l'acidification du corps gras et le changement de couleur du bleu au rouge dans la teinture de tournesol.

Nous avons dit qu'il fallait, pour obtenir convenablement la réaction, placer d'abord les tissus dans l'alcool ordinaire pendant quelques instants. Il n'est pas nécessaire, toutefois, de faire cette immersion au moment même où l'on veut essayer le tissu. On peut conserver d'avance, dans de l'alcool, les tissus du pancréas et des diverses autres glandes. La matière spéciale du tissu pancréatique ne s'altère pas par un séjour prolongé dans l'alcool : elle est coagulée par ce réactif et elle conserve la propriété de se redissoudre ensuite dans l'eau.

Quand on veut comparer les tissus glandulaires relativement à cette réaction, il faut avoir soin de les traiter tous exactement de la même manière ; d'en prendre des quantités semblables et de les placer dans des godets d'égale capacité, afin que tout soit exactement comparable et que l'appréciation des réactions par les variations de coloration soit plus facile à faire.

On doit aussi avoir le soin de nettoyer ses instruments toutes les fois qu'on change de tissu. Leur mélange donnerait aux réactions une confusion qu'il faut éviter.

Je désire beaucoup que les anatomistes et les physiologistes veuillent bien fixer leur attention sur ce caractère du tissu pancréatique d'acidifier les graisses, qui permet de distinguer cet organe des autres glandes de l'économie. J'ai donné assez de détail, je pense, pour qu'on puisse facilement arriver à reproduire mes expériences. J'ai décrit la manière de procéder qui m'a paru la plus convenable ; mais on pourrait la varier si l'on y trouvait de l'avantage. C'est ainsi que l'on pourrait peut-être employer d'autres matières

grasses que le beurre, d'autres matières colorantes que le tournesol, etc. Si l'on n'avait pas de lamelles de verre avec des godets, on pourrait se servir d'une lamelle plate ordinaire, sur laquelle on verserait deux ou trois gouttes de tournesol, après quoi on y placerait le fragment de tissu préparé et on le recouvrirait avec une lamelle de verre. Il resterait autour du tissu assez de teinture de tournesol pour voir la réaction s'opérer. Enfin, si l'on n'avait pas de teinture de tournesol, on pourrait prendre un morceau de papier bleu de tournesol, l'imbiber avec de l'eau distillée, l'étendre sur une lame de verre et poser sur lui le fragment du tissu pancréatique préparé; on recouvrirait ensuite le tout avec une lame de verre pour empêcher le dessèchement du papier. Bientôt on verrait le papier bleu rougir dans les points qui sont en contact avec le tissu, et la couleur s'étendre autour de lui par imbibition. Je n'insiste pas davantage sur ces particularités; elles viendront naturellement à l'esprit de chacun une fois que l'on sait exactement le but que l'on veut atteindre.

En résumé, le tissu du pancréas possède seul la propriété de décomposer *instantanément* la butyrine et de donner naissance à la coloration rouge caractéristique; seul il acidifie le beurre émulsionné avec de la graine de lin, de la glycérine, ou dissous dans l'éther, et il se distingue par cela de tous les tissus glandulaires et autres de l'économie.

Dans aucun cas je n'ai constaté l'absence de ce caractère dans le tissu du pancréas chez les animaux mammifères. Chez le fœtus, même avant la naissance, cette propriété acidifiante du pancréas peut être constatée. Toutefois il m'a semblé que ce caractère n'apparaissait que très-peu de temps avant la naissance. Ni l'abstinence ni les maladies ne le font complétement disparaître. J'ai soumis des chiens à sept ou huit jours d'abstinence, et le tissu de leur pancréas présentait toujours la même réaction caractéristique. Dans différents cas de maladie chez l'homme, j'ai toujours trouvé que le pancréas conservait la propriété d'acidifier les corps gras neutres. Le tissu de l'organe perd toutefois cette propriété aussitôt qu'il a été cuit, ou quand la putréfaction s'en est emparée complétement, quand enfin il a été altéré par d'autres agents chimiques capables de détruire les substances auxquelles on donne le nom de *ferments,* et dans la catégorie desquelles il me semble qu'on doit placer la substance active du tissu pancréatique sur la graisse. Mais si le caractère acidifiant des graisses propre au pancréas ne disparaît jamais, il est susceptible de présenter des variétés d'intensité dans son action; c'est ainsi que cette réaction acidifiante est beaucoup plus rapide quand l'animal est tué pendant la digestion, et plus faible au moment de

l'abstinence, lorsque l'organe n'est pas en activité de fonction ou lorsqu'il est malade : de telle sorte que l'intensité de ce caractère distinctif est en rapport chez les Mammifères avec l'énergie de l'action de l'organe lui-même. Nous verrons, en examinant ce caractère dans les animaux des autres classes, que son énergie se maintient toujours en rapport avec celle des fonctions digestives, et qu'il reste toujours le caractère le plus précieux à l'aide duquel on puisse distinguer le pancréas au milieu des formes variées qu'il subit dans les animaux différents.

Le tissu des glandes salivaires et celui des glandes de Brunner ne possèdent pas la propriété d'acidifier les graisses neutres. — La propriété signalée plus haut va pouvoir nous servir à résoudre la question de savoir s'il y a dans le corps d'autres organes glandulaires qu'on doive assimiler au pancréas. Les glandes salivaires auxquelles on a comparé le pancréas, dénommé pour cela *glande salivaire abdominale,* sont dépourvues de la propriété d'acidifier les graisses neutres. Quand on place comparativement sur des lamelles de verre une parcelle de pancréas à côté de parcelles des diverses glandes ou glandules salivaires, telles que la parotide, la sous-maxillaire, la sublinguale et les glandules géniennes, etc., et qu'on ajoute à chacun de ces tissus quelques gouttes de l'émulsion butyrique dans la teinture de tournesol, on constate que l'acidification a lieu, c'est-à-dire que la coloration bleue passe très-vite au rouge, seulement avec le tissu du pancréas; tandis que, après vingt-quatre heures de contact, la coloration bleue persiste encore pour les autres tissus. J'ai vérifié ces propriétés différentielles du tissu du pancréas et du tissu des glandes précitées sur l'homme, le chien, le chat, le lapin, le bœuf, le mouton, etc.

Les glandes duodénales (*Pl.* 1-2, *fig.* 8) que Brunner, dès 1662, avait crues analogues au pancréas, au même titre que les glandules buccales et géniennes sont analogues aux salivaires, sont également dépourvues de cette propriété caractéristique d'acidifier les graisses neutres. Le nom de *pancreas secundarium* (1) que leur avait donné Brunner ne leur convient donc pas; ces glandules se rapprochent davantage des glandes salivaires sous-maxillaires, sublinguales et buccales, car elles communiquent à l'eau comme celles-ci une viscosité très-marquée. Toutefois il faut distinguer dans le duodénum deux espèces de glandes : les unes, qui s'étendent depuis le pylore jusqu'au voisinage du conduit cholédoque et forment là une sorte d'épaississement dans la tunique de l'intestin (*Pl.* 1-2, *fig.* 1, 6, *fig.* 5, 6,

(1) *Glandulæ duodeni seu pancreas secundarium*, par Joh. Conr. Brunner; 1715.

fig. 8). Ces glandules sont complétement différentes du pancréas ; elles n'acidifient pas le réactif bleu, mais elles contiennent de la ptyaline et communiquent à l'eau une grande viscosité. Ces glandules sont faciles à isoler pour constater leurs caractères : il suffit d'enlever les membranes séreuse et musculeuse de l'intestin, et on les trouve immédiatement sous la tunique fibreuse ; avec des petits ciseaux courbes bien tranchants on en enlève des portions pour les soumettre au réactif suivant le procédé indiqué.

Outre les glandules de Brunner, que nous avons indiquées précédemment, il en est quelquefois d'autres situées plus bas dans le duodénum, qui se rencontrent au voisinage de l'insertion des conduits pancréatiques. Ces glandules ne sauraient être confondues avec les premières et ne doivent pas être désignées sous le nom de *glandes de Brunner*. Elles en sont essentiellement différentes et elles sont identiques au pancréas ; car elles ne communiquent pas de viscosité à l'eau et elles rougissent le réactif, c'est-à-dire acidifient la graisse neutre. Chez le lapin (*Pl.* 3-4, *fig.* 6, 6 *bis*), j'ai fait représenter un certain nombre de ces petites glandules *g*, *g*, *g*, *gg*, qui se distinguent, du reste, des glandes de Brunner par leur position anatomique. Les premières sont toujours placées entre la tunique muqueuse et la musculeuse, tandis que les secondes sont immédiatement au-dessous de la membrane séreuse. C'est autour de l'insertion du conduit pancréatique inférieur qu'elles se trouvent ordinairement groupées en plus grande quantité. On comprend, d'après cela, que, malgré la ligature des conduits pancréatiques, il reste des glandules qu'on ne peut pas enlever, et qui sont de véritables petits pancréas disséminés. Cette disposition nous permettra d'expliquer plus tard comment certains auteurs se sont trompés en ne tenant pas compte de ces petites glandules dans leurs expériences. J'ai constaté les propriétés de glandes duodénales chez l'homme, le chien, le chat, le lapin, etc.

Nous devons donc reconnaître dans le duodénum deux sortes de glandules qu'on peut distinguer par leur position anatomique et aussi caractériser physiologiquement. Les unes, placées en plus grand nombre près du pylore, au-dessus du canal cholédoque, donnent un liquide visqueux, n'acidifient pas les graisses, et sont différentes du pancréas ; les secondes, situées au-dessous, dans le duodénum, sont de véritables petites glandules pancréatiques, car, comme lui, elles acidifient les corps gras neutres. Nous laisserons le nom de *glandules pyloriques* ou *de Brunner* aux premières, et nous donnerons le nom de *glandules pancréatiques* aux secondes. Les expé-

riences de Brunner (1), qui enlevait le pancréas dans la vue de faire hypertrophier les glandes pyloriques, étaient donc instituées sur une similitude fonctionnelle erronée. Mais en outre, comme nous le verrons plus loin, Brunner n'enlevait que la moitié du pancréas.

Deuxième propriété. — Le tissu du pancréas fournit en se décomposant une matière colorante particulière. — La propriété que possède le tissu du pancréas d'acidifier les graisses neutres, que nous avons précédemment examinée, est une propriété qui n'appartient au tissu du pancréas qu'à l'état frais. Quand le tissu de l'organe s'altère, et qu'il existe un commencement de putréfaction, il cesse d'agir sur les matières grasses neutres pour les acidifier; mais alors on peut y constater une autre propriété qui n'existait pas lorsqu'il était frais. Cette dernière propriété consiste en une coloration rouge particulière qui se développe à l'aide du chlore dans l'eau où a infusé le tissu du pancréas. Voici de quelle manière on pourra constater le fait :

Si l'on prend chez un animal mammifère le tissu du pancréas, et qu'on l'isole autant que possible des tissus et vaisseaux environnants, qu'on le coupe en morceaux et qu'après l'avoir broyé on le laisse macérer dans de l'eau ordinaire, on verra bientôt que le tissu du pancréas a abandonné à l'eau une matière soluble, coagulable par la chaleur et par les acides énergiques. Le chlore ajouté dans l'infusion pancréatique filtrée précipite également cette matière sous la forme d'un dépôt blanc, sans faire naître alors aucune coloration rouge.

Mais si on laisse la macération du tissu du pancréas se prolonger davantage, on constate après un jour ou deux que le tissu, en s'altérant, prend une odeur nauséabonde putride. On y trouve encore la présence d'une matière coagulable, seulement elle paraît moins abondante; et si l'on y ajoute alors du chlore, on voit se manifester dans le liquide une coloration rouge vineuse plus ou moins intense. Pour que cette coloration se manifeste, il ne faut pas ajouter une trop grande quantité de la dissolution de chlore, parce que cette coloration caractéristique disparaît sous l'influence d'un excès de réactif. Quand on voudra constater le caractère dont nous parlons dans une infusion de pancréas, il faudra procéder de la manière suivante :

On filtrera l'infusion du pancréas et l'on agira sur elle directement, ou, ce qui est en général préférable, après l'avoir fait bouillir, pour séparer toutes les matières encore coagulables par la chaleur. Alors on ajoute dans

(1) *Experimenta circa pancreas;* Joh. Con. Brunner; 1683, page 10.

cette infusion, peu à peu, de l'eau chlorée, et l'on aperçoit successivement la coloration rouge se manifester dans le liquide, puis augmenter à mesure qu'on ajoute du chlore ; lorsqu'elle est arrivée à un certain degré d'intensité, cette coloration diminue et disparaît sous l'influence d'un excès de chlore, et le liquide prend alors une teinte jaunâtre. Si l'on ne dépasse pas la quantité de réactif nécessaire, le liquide reste coloré en rouge, mais le plus ordinairement la matière colorée se précipite par le repos au fond du vase.

La coloration rouge que nous venons de mentionner n'existe pas dans les premiers moments de l'infusion du tissu pancréatique ; elle se produit, comme on le voit, par une décomposition qui s'empare, sans doute, de la matière coagulable du suc pancréatique. Aussi cette coloration arrive d'autant plus vite que la décomposition est plus rapide. C'est ce que l'on observe si l'on maintient le tissu du pancréas à une température basse, la réaction ne se manifeste pas ; tandis qu'à une température plus élevée, la formation de cette substance rouge a lieu, toutes les autres circonstances étant égales d'ailleurs. Une température très-basse, en arrêtant complétement la décomposition, suspend la formation de la matière rouge. Mais, à mesure que la température s'élève, la décomposition se faisant de plus en plus facilement, il y a formation de la matière colorante spéciale. Il ne faut pas cependant que la température soit trop élevée, car la cuisson du tissu pancréatique empêche sa décomposition et le rend impropre à produire la matière colorante spéciale que nous signalons ici.

Si l'infusion du pancréas est très-ancienne, qu'elle soit arrivée à un état de complète décomposition et ait acquis une odeur putride très-forte, alors la matière colorante, que nous avons mentionnée plus haut, cesse d'être sensible au chlore, c'est-à-dire que si l'on filtre, directement ou après l'avoir fait bouillir, l'infusion pancréatique arrivée à ce dernier degré de décomposition, et qu'on y ajoute du chlore, on ne voit plus apparaître comme précédemment de coloration rouge.

La raison de ce phénomène peut dépendre de deux causes : soit de ce que la matière colorante, qui s'était développée à un certain degré de la décomposition du tissu, a disparu ; soit de ce que cette matière se trouve masquée alors par quelque substance nouvelle formée dans le moment de la décomposition la plus avancée. C'est à cette dernière raison qu'il m'a semblé qu'il fallait s'arrêter, parce que j'ai vu que la matière rouge existait encore dans les infusions pancréatiques très-décomposées, quoique le chlore ne la fît plus apparaître. Seulement, dans ces cas, un autre réactif doit être employé pour la mettre en évidence.

Lorsqu'on examine l'infusion très-ancienne de pancréas, on constate qu'elle est devenue très-alcaline. J'avais pu croire que l'excès d'alcali qui s'était produit empêchait le chlore de déceler la matière colorante rouge. Cette supposition paraissait d'autant plus probable que, si l'on prend une infusion de pancréas à un moindre degré de décomposition, et alors que le chlore agit directement sur elle pour y faire apparaître la matière colorante, on constate que si l'on y ajoute du carbonate de soude ou une autre substance alcaline, le chlore cesse de manifester son action. Il faut, pour faire reparaître la matière colorante, ajouter à l'infusion un acide pour saturer l'alcali, après quoi le chlore peut manifester de nouveau sa réaction.

Il arrive cependant quelquefois que la réaction ne se passe pas exactement comme nous venons de l'indiquer, c'est-à-dire que, malgré qu'on ait acidulé la liqueur, la coloration ne reparaît plus sous l'influence du chlore. Il m'est également arrivé de constater d'autres réactions sur lesquelles je ne m'arrêterai pas ici et qui paraissent difficilement conciliables avec cette opinion que la manifestation de la matière colorante serait uniquement empêchée par la présence des alcalis.

Quoi qu'il en soit, c'est en faisant des expériences d'après cette hypothèse qu'il fallait neutraliser l'alcali, que je suis arrivé à trouver que certains acides agissent quelquefois directement pour faire reparaître seuls la matière colorante rouge que le chlore ne pouvait plus mettre en évidence.

J'avais d'abord cru que l'acide sulfurique était dans ce cas. En effet, en ajoutant dans une infusion de pancréas très-ancienne de l'acide sulfurique, je voyais apparaître la matière rouge et, sous l'influence d'un excès d'acide, elle ne disparaissait pas comme nous avons vu que cela a lieu pour un excès de chlore. Mais en variant les expériences avec divers acides à l'état de pureté, je pus acquérir la preuve que l'acide sulfurique qui avait donné la réaction n'était pas pur, et que c'était à de petites quantités d'acide nitrique qui s'y trouvaient mélangées qu'était due l'apparition de la matière colorante pancréatique. Le résultat de toutes mes expériences, qui furent excessivement nombreuses pour rechercher les incessantes causes d'erreur qui s'y glissaient, me conduisirent à cette conclusion : qu'il n'y a qu'un seul acide capable de faire reparaître la matière colorante ; cet acide est l'acide nitrique ou plutôt l'acide nitreux.

J'ai vu de plus qu'il convient mieux d'employer un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique, et l'on peut, avec ce réactif, faire apparaître la

matière colorante rouge dans un liquide pancréatique où le chlore avait cessé de la manifester.

Voici comment je prépare le réactif :

On mélange ensemble 3 parties d'acide sulfurique et 1 partie d'acide nitrique. C'est ce mélange que l'on ajoute dans la dissolution pancréatique pour y faire apparaître la matière colorante. Tantôt on ajoute l'acide peu à peu en agitant le liquide, et l'on remarque que la liqueur s'échauffe et que la coloration rouge apparaît graduellement pour ne pas disparaître sous l'influence d'un excès de réactif; tantôt on ajoute l'acide tout d'un coup en le faisant couler le long des parois du verre afin qu'il tombe au fond du verre, et ne se mélange pas avec le liquide et on laisse le tout en repos. Une coloration rouge se manifeste d'abord au point de contact des deux liquides, puis cette coloration rouge se propage peu à peu dans tout le liquide.

Cette dernière manière d'agir convient généralement mieux quand la matière colorante rouge qu'il s'agit de faire apparaître est en petite quantité.

Cette matière colorée, colorante ou colorable, comme on voudra l'appeler, ne nous occupe ici qu'à titre de caractère propre à faire reconnaître le tissu du pancréas; nous ne nous arrêterons pas aux qualités chimiques qu'on pourrait lui donner. Nous dirons seulement que cette matière, qui a la propriété de se colorer, semble appartenir aux substances protéiques analogues à la caséine. En effet, si l'on ajoute dans une infusion pancréatique un excès de sulfate de magnésie, qui a la propriété de coaguler la caséine, on voit que la matière colorante reste sur le filtre avec le sulfate de magnésie, dont on peut ensuite la séparer par une dissolution nouvelle; or la matière active coagulable du suc pancréatique présente la même réaction. Toutefois, le sous-acétate de plomb ne précipite pas cette matière colorante rouge pancréatique, et il arrive quelquefois que de l'infusion pancréatique très-ancienne, qui ne rougissait pas par le chlore, redevient susceptible de rougir par ce réactif quand elle a été précipitée par le sous-acétate de plomb et débarrassée de l'excès de plomb par quelques gouttes d'acide sulfurique.

Quant à la réaction qui se passe lorsque cette matière se colore sous l'influence du chlore et de l'acide nitrique, il est probable que c'est une action oxydante, analogue à ce qui a eu lieu pour d'autres matières animales colorées, telles que celle de la bile par exemple.

En résumé, on voit, d'après tout ce qui précède, que le tissu du pancréas, lorsqu'il est abandonné dans l'eau à une décomposition spontanée, donne une infusion qui présente successivement trois périodes dans ses caractères.

Dans la première période de décomposition, l'infusion du tissu pancréatique offre une matière coagulable par les acides énergiques, par le chlore et par la chaleur, etc.; mais aucune matière colorante ne s'y manifeste alors ni par le chlore, ni par l'acide nitrique.

Dans la deuxième période de décomposition, la matière albuminoïde cesse en totalité ou en partie d'être coagulable par les agents précédents; mais le chlore y décèle une coloration rouge vineuse très-intense, coloration qui disparaît par un excès de réactif. A cette période de décomposition, l'acide nitrique ne fait apparaître aucune coloration rouge.

Dans la troisième période de décomposition, au contraire, le chlore cesse de faire apparaître la coloration rouge et l'acide nitrique seul peut la manifester.

Toutes ces périodes de réaction, comme on le pense, se succèdent par des passages insensibles, de sorte qu'il peut arriver, dans certaines circonstances, que l'on ait des caractères mixtes de deux périodes. Il peut arriver, par exemple, que l'on ait une infusion pancréatique qui manifeste une coloration rouge à la fois par le chlore et par l'acide nitrique.

J'ai toujours rencontré cette propriété du tissu pancréatique de donner une matière colorante rouge, et elle m'a paru plus énergique à l'état physiologique que dans l'état pathologique de l'organe. Cette propriété apparaît aussi quelque temps avant la naissance.

Peut-on distinguer le tissu du pancréas des autres tissus de l'économie par la production de la matière colorante rouge?

Nous n'avons étudié la matière colorante rouge pancréatique que pour y chercher un caractère propre à faire distinguer le pancréas des autres organes de l'économie dont on l'avait rapproché. C'est là le but que nous nous proposions, et pour l'atteindre il fallait nécessairement comparer, sous ce rapport, les infusions des autres tissus avec celles du tissu du pancréas.

Les organes que nous avons dû examiner d'abord sont les glandes salivaires qui, de tout temps, ont été, comme on le sait, comparées au pancréas. Ici encore nous aurons l'occasion de montrer que ce rapprochement est tout à fait inexact. En effet, si l'on prend des tissus des diverses glandes salivaires, parotide, sous-maxillaire, sublinguales, ou les tissus de la glande de Nuck, ou des glandules de la joue ou des lèvres; que l'on broie ces tissus et qu'on les fasse macérer dans l'eau ordinaire; on verra bientôt que, ainsi que je l'ai dit ailleurs, le liquide des glandes parotides sublinguales, sous-maxillaire, glande de Nuck, glandules buccales, donnent les unes un

liquide excessivement visqueux, les autres un liquide peu visqueux ou dépourvu de viscosité. Mais aucun de ces liquides de macération, à quelque période de décomposition qu'on le prenne et de quelque manière qu'on le traite, ne donne jamais le caractère dû à la matière colorante que nous avons signalée dans le pancréas. Nous sommes, par conséquent, amenés à conclure que sur ce point encore le tissu du pancréas diffère de celui des glandes salivaires.

Nous avons employé également ce caractère pour rechercher si les glandes duodénales de Brunner se rapprochent du pancréas ou s'en distinguent. Nous avons remarqué que les glandes de Brunner, qui sont immédiatement après le pylore, fournissent une infusion visqueuse comme les glandes salivaires sous-maxillaire, sublinguales, etc., mais qu'elles ne rougissent pas sous l'influence des réactifs précités ; tandis que les petites glandules duodénales, qui sont placées autour de l'insertion du conduit pancréatique, fournissent une infusion qui est dépourvue de viscosité, et qui a la propriété de se colorer en rouge par le chlore. Donc nous sommes arrivés, à l'aide de ce réactif, à la même conclusion que nous avions déjà formulée à propos de la propriété acidifiante du tissu pancréatique ; c'est-à-dire que les glandes de Brunner, qui sont situées dans le duodénum autour de l'insertion des canaux pancréatiques, sont les analogues du pancréas; tandis que celles qui sont au-dessus de l'insertion des canaux pancréatiques et près du pylore sont les analogues des glandes salivaires.

Il s'agissait encore de vérifier si le tissu du pancréas se distingue également du tissu d'autres organes, tels que le foie, la rate, etc.

Pour cela j'ai pris des tissus du foie, de la rate, des ganglions lymphatiques, mésentériques ou autres, des testicules du corps thyroïde, du thymus, des muscles du cerveau, etc., puis j'ai laissé macérer ces tissus dans de l'eau et j'en ai examiné, aux différents moments de la décomposition, l'eau de macération, soit directement, soit après l'avoir fait bouillir et filtrer pour obtenir un liquide limpide et constater si cette eau présentait la propriété de rougir avec le chlore. Dans toutes ces expériences, qui ont été excessivement nombreuses, j'ai trouvé que certains tissus, tels que celui du foie, de la rate et des glandes lymphatiques, possèdent la propriété de rougir avec le chlore. Il y a d'autres tissus, tels que celui des reins, et le sang lui-même, qui, lorsqu'ils sont décomposés, ne donnent pas de coloration rouge avec le chlore, mais seulement avec l'acide azotique. Relativement au sang, j'ai remarqué que le sérum, aussi bien que le caillot, donne lieu à ce phénomène, et j'ai cru voir que le sang veineux est plus

apte à donner cette réaction que le sang artériel. Cette propriété, qui ne se montre que lorsque le sang est tout à fait décomposé, paraît ensuite s'y conserver indéfiniment. Du sang de canard, conservé dans un flacon depuis trois ans, fut bouilli avec un peu d'eau et filtré; le liquide qui passait à la filtration donnait par l'acide azotique la coloration rouge d'une manière très-évidente. J'ai fait ces expériences sur le foie de beaucoup d'animaux; et j'ai constaté cette propriété pendant l'abstinence aussi bien que pendant la digestion.

En résumé, nous venons d'examiner un caractère du pancréas consistant dans la propriété que possède son tissu de donner une eau de macération susceptible de rougir par le chlore ou par l'acide azotique; c'est là un caractère de décomposition de l'organe, puisque, comme nous l'avons vu, cette matière rouge n'apparaît que lorsque le tissu commence à se putréfier. Si cette matière rouge se montre très-vite pour le tissu du pancréas, on pourrait peut-être penser que cela tient à ce que le tissu du pancréas se putréfie plus facilement que celui de tous les autres organes de l'économie. Mais on ne pourrait pas en faire un caractère distinctif, puisque d'autres organes, tels que le foie, la rate, etc., peuvent présenter cette matière à divers degrés. Toutefois, il y a des organes qui, à aucun degré de leur décomposition, ne présentent la substance rougissante. Les glandes salivaires sont dans ce cas, et je n'ai jamais trouvé qu'elles donnassent lieu à un liquide susceptible de prendre la coloration rouge signalée dans les circonstances précédentes. Je ne sais pas s'il y aurait lieu d'établir une distinction entre les organes du corps dont les tissus présentent pendant leur décomposition l'apparition de cette matière rouge, et ceux qui ne la présentent pas; mais je veux seulement faire remarquer ici que, si l'on croyait devoir établir une semblable classification, le pancréas, au lieu de se rapprocher des glandes salivaires, s'en séparerait, au contraire, et serait plus analogue, sous ce rapport, au foie et à la rate. Il semblerait que cette matière rouge existe dans les organes qui agissent chimiquement dans la vie de nutrition et non dans les appareils de la vie de relation. Les glandes salivaires seraient ainsi exclues des organes agissant chimiquement, et je crois, en effet, leur rôle beaucoup plus physique que chimique dans les phénomènes de la digestion.

Enfin nous ajouterons que le tissu pancréatique, après avoir été bouilli, perd la propriété de donner une infusion susceptible de rougir par le chlore.

Troisième propriété. — Le tissu du pancréas possède la propriété de transformer l'amidon en sucre.

Cette propriété du tissu du pancréas a d'abord été indiquée par Valen-

tin (1). Plus tard, MM. Bouchardat et Sandras l'ont signalée ; et, aujourd'hui, cette transformation de l'amidon en sucre, sous l'influence du tissu pancréatique, est un fait que tous les physiologistes ont pu constater. Il suffit, pour cela, de soumettre préalablement la fécule à l'action de l'eau bouillante, de manière à en faire de l'empois, car si la fécule n'était pas hydratée, l'action n'aurait pas lieu. Ensuite on ajoute du tissu pancréatique frais broyé ou coupé en morceaux, et l'on maintient le mélange à une douce température ou même à la température ambiante, si elle n'est pas inférieure à + 10°. On voit peu à peu l'amidon se fluidifier, et bientôt l'iode ajouté au mélange ne donne plus la coloration d'iodure d'amidon, parce que la fécule s'est déjà transformée en sucre en passant par la forme intermédiaire de dextrine. Alors, si l'on soumet le liquide à la réaction du tartrate de cuivre et de potasse, on observe une réduction très-abondante ; et, par la fermentation avec la levûre de bière, on obtient de l'alcool et de l'acide carbonique. On a, par conséquent, la preuve de la transformation de l'amidon en sucre sous l'influence du tissu pancréatique.

J'ai dû examiner si cette propriété du tissu du pancréas lui était spéciale et pouvait le distinguer des glandes salivaires ou des autres organes de l'économie ; j'ai observé, sous ce rapport, des variétés singulières.

Chez le chien, la distinction est possible ; en effet, lorsqu'on prend comparativement un morceau du tissu du pancréas et des morceaux des différentes glandes salivaires, et qu'on les met avec de l'empois d'amidon, on constate qu'au bout de très-peu de temps l'amidon est changé en sucre avec le tissu du pancréas, tandis qu'il n'y a aucun changement appréciable avec les tissus des glandes salivaires. Seulement, au bout d'un temps considérable, la transformation peut avoir lieu lorsque le tissu des glandes salivaires commence à s'altérer, et cela se passe ainsi pour beaucoup de tissus de l'économie qui commencent à se décomposer.

Chez l'homme, la même distinction n'est plus possible sous ce rapport entre le pancréas et les glandes salivaires. J'ai mis l'empois d'amidon en contact avec le tissu du pancréas et le tissu des diverses glandes salivaires, pris chez un supplicié, et j'ai constaté que la transformation de l'amidon en sucre a eu lieu très-rapidement ; et au moins aussi rapidement avec les glandes salivaires qu'avec le pancréas.

Chez le lapin, le tissu des glandes salivaires agit également sur l'amidon, mais peut-être un peu moins rapidement que le tissu du pancréas. Chez les

---

(1) *Lehrbuch der Physiologie der Menschen ;* tome I.

autres animaux, on peut observer des variations suivant les espèces, et il y en a où il est impossible de distinguer, par cette propriété, les glandes salivaires du pancréas.

Nous avons vu précédemment qu'après avoir été macéré dans l'alcool, si l'on remet le tissu du pancréas dans l'eau, sa matière spéciale s'y redissout pour donner lieu à l'acidification de la graisse et à la formation de la matière colorante rouge sous l'influence du chlore ou de l'acide azotique. Il en est de même pour la propriété qui nous occupe en ce moment; et, quand on a fait macérer le pancréas dans l'alcool et qu'on le remet dans de l'eau, il peut immédiatement après transformer l'amidon en sucre. J'ai voulu savoir s'il en était de même des glandes salivaires, et j'ai mis macérer pendant plusieurs jours des glandes salivaires d'homme dans de l'alcool; puis, après avoir desséché et comprimé leur tissu entre du papier brouillard, je l'ai remis dans de l'eau tiède avec de l'amidon, et bientôt la transformation en sucre s'est effectuée. De sorte que, sous ce rapport, les tissus des glandes salivaires et celui du pancréas se ressemblent complétement. Mais ce qu'il y eut de très-remarquable, c'est que le tissu des glandes salivaires du chien, qui, à l'état frais, n'ont pas la propriété de transformer l'amidon en sucre, acquièrent cette propriété immédiatement par le fait de leur macération dans l'alcool. Ainsi, ayant pris des glandes salivaires fraîches sur un chien, aussitôt après la mort, je les a coupées et plongées dans l'alcool ordinaire, où elles ont été laissées macérer pendant quelques jours. Puis, le tissu des glandes séché entre deux feuilles de papier brouillard a été remis dans de l'eau, et la transformation de l'amidon en sucre a bientôt pu être constatée par les réactifs indiqués plus haut.

Nous avons dit ailleurs que le tissu des glandes salivaires sous-maxillaire, sublinguale, glandules de Brunner, etc., quand elles sont fraîches, donnent un liquide de macération filant, ce qui les distingue de la parotide, qui n'est pas dans le même cas. Lorsque les glandes citées plus haut ont macéré dans l'alcool et qu'on les remet dans l'eau, elles ne donnent plus de liquide filant; ce qui prouve que la substance qui transforme l'amidon en sucre est d'une autre nature que la ptyaline (matière filante de la salive). Mais ces expériences montrent aussi que la matière qui acidifie la graisse dans le pancréas est différente de celle qui transforme l'amidon en sucre; puisqu'en effet nous voyons que les glandes salivaires, qui se rapprochent du pancréas par cette propriété de transformer l'amidon en sucre, s'en distinguent cependant totalement par l'autre propriété d'acidifier la graisse qui n'appartient qu'au pancréas.

Quand on a immergé les organes dans l'alcool, il n'est donc plus possible, même chez le chien, de pouvoir distinguer le pancréas des glandes salivaires par la propriété de transformer l'amidon en sucre, comme on le fait encore, dans le même cas, au moyen de la propriété acidifiante des graisses et aussi au moyen de la propriété de fournir la matière colorante rouge. Mais il y a plus : c'est qu'alors cette propriété de transformer l'amidon en sucre ne peut plus même servir à caractériser le pancréas et les glandes salivaires. Tous les tissus muqueux peuvent l'acquérir lorsqu'on les a fait séjourner dans l'alcool. C'est ainsi que j'ai fait macérer dans de l'alcool les membranes muqueuses de la bouche, de l'estomac, de l'intestin grêle, du gros intestin, de la vessie, de la trachée, etc. ; puis toutes ces membranes étant desséchées entre du papier brouillard et remises dans de l'eau avec de l'empois, elles transformèrent toutes l'amidon en sucre aussi rapidement que le tissu du pancréas et des glandes salivaires. Toutes ces expériences prouvent donc que la transformation de l'amidon en sucre n'a rien de spécial et que la diastase animale ou salivaire ne caractérise aucun des tissus précités ; de sorte qu'il ne nous est pas possible d'utiliser cette propriété pour en faire un caractère distinctif du tissu du pancréas.

J'ai encore fait macérer dans de l'alcool beaucoup d'autres tissus du corps, savoir : de la peau, des muscles, des tendons, des nerfs, le rein, le testicule, la rate, des ganglions lymphatiques. La rate, le rein, les ganglions lymphatiques seuls, après avoir été desséchés, transformèrent l'amidon en sucre ; les autres tissus, dans les mêmes circonstances, n'opérèrent pas cette transformation. De sorte que cette propriété semblerait caractériser les organes de la vie de nutrition et ne pas appartenir aux organes de la vie de relation.

Je noterai encore un fait curieux, c'est que la transformation de l'amidon en sucre ne paraît pas être ici le fait de l'action d'une matière diastasique, car si l'on fait préalablement imbiber le tissu sec avec de l'eau, il n'opère plus le changement en sucre quand il a été humecté ; il semble qu'il y a eu là une sorte d'action de contact qui s'est passée au moment de l'imbibition du tissu par l'eau amidonnée.

En résumé, le pancréas est un organe glandulaire spécial dont le tissu se distingue par des caractères chimico-physiologiques qui lui sont propres.

Des trois propriétés que nous avons examinées successivement dans le tissu du pancréas, une seule lui appartient exclusivement : c'est celle d'acidifier les graisses.

Pour la propriété de donner par sa décomposition une matière rougis-

sante, si elle n'est pas exclusive au pancréas, elle le sépare cependant très-nettement des glandes salivaires et le rapproche du foie et de la rate.

Quant à la troisième propriété du tissu pancréatique consistant à agir sur l'amidon pour le changer en sucre, elle lui est commune avec beaucoup d'autres organes.

D'après cela, nous devons attribuer la plus grande importance à la propriété d'acidifier les graisses; cette importance sera justifiée quand nous dirons qu'elle est en rapport direct avec l'énergie physiologique de l'organe: ce qui ne veut pas dire toutefois que ce soit là le rôle qu'il faut attribuer au pancréas dans l'économie. Nous ne constatons ici qu'une propriété en dehors de l'animal; mais nous aurons à examiner plus tard comment les choses se passent pendant la vie.

CHAPITRE II.

DU SUC PANCRÉATIQUE.

§ I. — *Procédés pour recueillir le suc pancréatique sur les animaux vivants.*

Les tentatives pour recueillir le suc pancréatique sur les animaux vivants remontent très-loin, puisque, dans le XVII^e^ siècle, R. de Graaf (1) décrit déjà un procédé très-compliqué qui consiste à introduire un tube dans le conduit pancréatique et à fixer ensuite à l'intestin une petite bouteille destinée à recevoir le liquide qui s'écoule. Toutefois si cet auteur a employé son procédé, il est douteux qu'il ait obtenu réellement du suc pancréatique, car il lui attribue des propriétés qui ne caractérisent aucunement ce liquide, tel que nous le connaissons aujourd'hui. Les auteurs qui sont venus après R. de Graaf jusqu'à notre siècle se sont beaucoup plus préoccupés d'établir des théories que d'instituer des méthodes expérimentales pour recueillir le suc pancréatique et en étudier les caractères.

M. Magendie (2), en 1817, recueillit du suc pancréatique sur un chien, en maintenant hors de l'abdomen la portion du duodénum sur laquelle s'insère le conduit pancréatique principal; après avoir découvert et incisé ce conduit sans ouvrir l'intestin, M. Magendie en vit sortir quelques gouttes de suc pancréatique qu'il recueillit à l'aide d'une pipette. Il put constater

(1) Loc. cit., page 36. *De succo pancreatico.* 1663; Lugd. Bat.

(2) Magendie, *Précis élémentaire de Physiologie*; 1817; vol. II, page 367.

ainsi que ce liquide pancréatique était légèrement visqueux, alcalin, et se coagulait à la manière des matières albumineuses.

En 1824, Tiedemann et Gmelin (1) obtinrent, sur le chien et le mouton, du liquide pancréatique. Ils fixèrent un petit tube de verre ou de gomme élastique sur le conduit du pancréas, pris à sa sortie de l'intestin, et ils obtinrent ainsi du suc pancréatique, qui servit à leurs analyses.

A la même époque, MM. Leuret et Lassaigne (2) se procurèrent du suc pancréatique chez le cheval. Ils retirèrent le duodénum hors de l'abdomen, ouvrirent cet intestin par une incision longitudinale, au niveau de l'insertion des conduits pancréatiques et biliaire; après quoi ils introduisirent une sonde de gomme élastique en la faisant pénétrer par l'orifice intestinal du conduit pancréatique et l'y fixèrent à l'aide d'une ligature. Ils obtinrent ainsi, en une demi-heure, trois onces de liquide dont ils examinèrent les propriétés.

Dans l'année 1846, j'ai expérimenté sur des chiens et des lapins en employant un procédé qui offre quelques différences avec ceux précédemment décrits. Voici de quelle manière j'ai opéré :

1°. *Sur le Chien.* — L'animal étant convenablement fixé et couché sur le côté gauche, je fais dans l'hypocondre droit, immédiatement au-dessous de la partie moyenne du rebord des côtes, c'est-à-dire dans le milieu de l'espace qui sépare l'appendice xiphoïde de la colonne vertébrale, une incision transversale, parallèle au rebord costal, de 1 décimètre environ si le chien est d'une forte taille, et un peu moins étendue si le chien est moins gros. Par cette incision, qui n'intéresse d'abord que la peau, le tissu cellulaire, les muscles grands et petits obliques abdominaux, j'arrive bientôt sur le muscle transverse et j'ai soin de lier les artérioles, s'il y en a eu quelques-unes d'ouvertes. Alors, à l'aide d'une érigne tenue de la main gauche, je soulève ce muscle, ainsi que le *fascia transversalis* et le péritoine, qui lui adhèrent. Je fais ensuite, au-dessous d'une branche d'un nerf lombaire qu'on aperçoit habituellement, une incision de 5 centimètres environ ; cette incision est par conséquent moitié plus petite que celle de la peau. Cette ouverture pénètre directement dans l'abdomen, et permet ordinairement de voir immédiatement la portion verticale du pancréas et le duodénum auquel elle adhère vers son quart supérieur environ. Je saisis

(1) *Rech. physiol. et chim. sur la digest.;* 1825 ; trad. Jourdan , 1827 ; vol.I, page 24.

(2) *Rech. phys. et chim. pour servir à l'histoire de la digestion ;* par MM. Leuret et Lassaigne. Paris, 1825 ; page 102.

avec le doigt index de la main droite le duodénum pour l'attirer au dehors, en même temps que je cesse de soulever les bords de la plaie avec l'érigne.

Quand on retire le duodénum et qu'il est dans sa position normale, il présente une courbure dont la convexité est tournée en dehors et la concavité en dedans, du côté de la ligne blanche. Si l'on voulait trouver le petit conduit pancréatique ou le canal biliaire, on maintiendrait l'intestin dans cette position, et il suffirait de remonter le long de la convexité du duodénum pour trouver le petit conduit un peu plus haut s'insérant dans le duodénum tout auprès du point où le canal cholédoque vient lui-même traverser obliquement les parois de cet intestin.

Mais pour trouver le canal pancréatique principal sur lequel on doit opérer pour recueillir le suc, au lieu de laisser le duodénum dans sa position normale, il faut le retourner de droite à gauche de manière à dégager sa face interne. Le conduit pancréatique est ordinairement entièrement caché par le tissu du pancréas qui vient adhérer au duodénum (*fig.* 2, *Pl.* 5). Néanmoins le lieu d'insertion de ce conduit est assez fixe et il faut le rechercher un peu au-dessus de l'endroit où le corps du pancréas cesse d'adhérer à la concavité de l'intestin. On écarte, à l'aide de la pointe du bistouri, les vaisseaux qui vont du pancréas au duodénum, en ayant soin de ne pas les blesser, car le sang masquerait le conduit et gênerait beaucoup l'opération. On le reconnaît habituellement à un aspect blanc nacré; sa direction est oblique de haut en bas, et il s'enfonce immédiatement dans les parois de l'intestin qu'il traverse obliquement. Pour isoler ce canal, il faut détacher avec précaution le tissu cellulaire environnant et refouler quelquefois un peu le tissu du pancréas, en ayant soin de ne pas blesser les ramifications vasculaires qui l'avoisinent et quelquefois le couvrent. Chez les jeunes chiens un peu maigres, le canal pancréatique est ordinairement plus facile à voir, et la portion de ce canal qui forme un tronc commun et s'étend depuis le pancréas jusqu'à son entrée dans les parois intestinales, est un peu plus facile à isoler (*fig.* 1, *Pl.* 3-4); toutefois la longueur du tronc commun ne dépasse pas 5 ou 6 millimètres. Chez les chiens plus âgés et gras, la recherche et l'isolement du canal pancréatique sont plus difficiles, et il est parfois nécessaire de diviser la membrane péritonéale de l'intestin et sa tunique musculaire pour dénuder le canal dans une étendue suffisante pour y introduire le tube et apposer une ligature; on passe alors préalablement un fil au-dessous du conduit, entre l'intestin et le pancréas, à l'aide d'une aiguille mousse; après quoi on incise avec de petits ciseaux,

et aussi près que possible de l'intestin, le tronc du canal pancréatique, et l'on fait pénétrer par l'ouverture qu'on y a pratiquée un tube d'argent de 2 millimètres de diamètre environ et de 1 décimètre de longueur. Ce tube, tel que je l'ai employé depuis 1846, est muni d'un mandrin dont l'extrémité conique débordant légèrement le tube est destinée à faciliter son introduction. Il faut avoir soin, en introduisant le tube, de ne pas trop l'enfoncer, parce que, au lieu de rester dans le tronc commun du conduit pancréatique *e*, on s'engagerait dans sa division supérieure *cc'*, qui n'amène la sécrétion que de la partie transversale du pancréas (*fig.* 1, *Pl.* 3-4). A l'aide du fil ciré, qui avait été préalablement passé au-dessous du conduit pancréatique, on fait la ligature qu'on serre énergiquement au niveau des arrêts dont est pourvue l'extrémité du tube, et on ne coupe pas les chefs du fil qui maintient l'extrémité du tube d'argent dans le canal pancréatique. Puis, avec une aiguille courbe, on fixe encore le tube aux parois de l'intestin par une deuxième ligature dont on coupe les deux bouts au niveau du nœud. Alors on retire le mandrin et l'on rentre avec précaution, dans l'abdomen, la portion du duodénum et du pancréas, qui avaient été retirés au dehors, en ayant soin de maintenir l'extrémité libre du tube entre les lèvres de la plaie, ainsi que les bouts du fil qui avaient servi à la ligature de son extrémité engagée dans le canal pancréatique. Au moyen de deux érignes, on soulève les lèvres de la plaie faite au muscle transverse et au *fascia transversalis*, que l'on recoud isolément ; on a soin de placer, dans l'angle antérieur ou interne de la plaie, l'extrémité du tube qui servira à l'écoulement du suc pancréatique. Après avoir fait d'abord isolément la suture de la plaie dans sa partie profonde, pour empêcher que des hernies ne se fassent entre les muscles abdominaux, on recoud les muscles superficiels et la peau. Tout est alors rentré dans l'abdomen, et il ne reste plus au dehors que l'extrémité libre du tube toujours accompagné du fil qui maintient son extrémité interne dans le conduit pancréatique.

Toute cette première partie de l'opération doit être pratiquée aussi rapidement que possible, et elle peut quelquefois, si l'animal est calme, ne pas durer au delà de cinq minutes. Souvent cependant les mouvements et l'indocilité des animaux peuvent rendre l'opération plus laborieuse et augmenter sa durée, néanmoins il vaut mieux supporter les conséquences de ces inconvénients que de soumettre les chiens à la chloroformisation, qui peut avoir une influence perturbatrice sur la sécrétion du suc pancréatique. Le deuxième temps de l'opération consiste à fixer sur l'extrémité du tube un petit réservoir de caoutchouc, muni à son fond d'un petit tube qui sert

à évacuer la sécrétion pancréatique à mesure qu'elle s'accumule. Une précaution importante pour la solidité de l'appareil consiste à nouer le fil d'attente qui maintient le tube pancréatique avec le fil qui fixe le réservoir de caoutchouc. De cette manière, les tractions exercées par le poids du liquide, lorsque le réservoir est plein, ne peuvent pas arracher le tube.

Ce procédé opératoire par lui-même ne fait jamais périr les animaux; nous avons pu à son aide obtenir beaucoup plus de suc pancréatique que nos prédécesseurs, et l'étudier dans ses propriétés normales et dans les variations qu'il subit pendant les deux ou trois jours qui suivent l'opération. C'est, en effet, généralement après ce laps de temps que les ligatures se rompent et que le tube tombe. Le canal pancréatique, nécessairement brisé par la chute de la ligature, se régénère avec une rapidité surprenante; le tissu cellulaire environnant enflammé se condense autour de la plaie du canal pancréatique et sert bientôt à la constitution d'un conduit de nouvelle formation qui, après trois semaines ou un mois, peut être utilisé de nouveau. Il nous est arrivé plusieurs fois d'extraire de nouveau du suc pancréatique sur des chiens qui avaient déjà servi une ou deux fois auparavant à la même opération.

2°. *Sur le Lapin.* — La recherche du canal pancréatique est beaucoup plus simple que chez les chiens. On fera une incision longitudinale de 2 à 3 centimètres, qui intéressera successivement la peau et les muscles abdominaux, sur le côté droit de l'abdomen, au niveau de l'ombilic et au milieu de l'espace qui sépare la colonne vertébrale de la ligne blanche. En soulevant les lèvres de la plaie avec une érigne, on cherchera la portion ascendante du duodénum, au tiers inférieur de laquelle s'insère le canal du pancréas dont le tissu se ramifie dans le mésentère d'une manière très-élégante (*fig.* 1, *Pl.* 4). Ce canal, de la grosseur environ d'une très-fine plume de corbeau, est très-facile à voir. Il suffira de passer au-dessous du conduit un fil à ligature, d'inciser incomplétement le canal à son abouchement dans l'intestin, et d'y faire pénétrer un tube d'argent très-fin (de 1 millimètre environ de diamètre) et muni d'un mandrin analogue à celui qui a été décrit pour les chiens. Après avoir fixé ce tube et avoir retiré le mandrin, on rentre la portion de l'intestin et l'on recoud la plaie comme il a été dit plus haut.

Le tube se maintient également pendant deux à trois jours dans la plaie, mais on ne remarque pas la même facilité pour la régénération du conduit pancréatique chez ces animaux, et plusieurs fois j'ai observé qu'il se formait alors une oblitération qui amenait une dilatation des conduits pancréatiques au-dessus et une altération du tissu de l'organe.

Après mon Mémoire sur le pancréas, un grand nombre de travaux parurent sur le même sujet, et, de 1849 à 1855, plusieurs physiologistes ont recueilli du suc pancréatique chez les animaux mammifères en se servant de procédés plus ou moins analogues à ceux que nous avons décrits.

Frerichs (1) en a recueilli de petites quantités sur l'âne, le chat et le chien, en faisant comme MM. Leuret et Lassaigne, c'est-à-dire en ouvrant d'abord l'intestin et en introduisant un tube dans le canal pancréatique par son orifice intestinal.

MM. Colin (2) en France, Lenz, Ludwig, Bidder (3) et Schmidt, etc., à l'étranger, ont employé des procédés qui ont beaucoup d'analogie avec celui de Tiedemann et Gmelin, ainsi qu'avec le nôtre.

Mais Ludwig, dans le but particulier d'obtenir toute la quantité de la sécrétion du suc pancréatique, a essayé d'établir des fistules permanentes. Pour cela, après avoir cherché le conduit pancréatique suivant la manière ordinaire, il l'incise à sa sortie de l'intestin, et fixe ensuite le duodénum contre les parois de l'abdomen, de façon à ce que l'ouverture du conduit pancréatique corresponde entre les lèvres de la plaie dans lesquelles il est maintenu. Ce n'est que vers le troisième jour qu'il commence à recueillir le liquide qui se sécrète alors avec une grande abondance.

De semblables fistules, au bout d'un temps variable, mais en général assez court, se referment et se cicatrisent par suite de la rétraction de l'intestin dans sa position normale.

Nous aurons bientôt à apprécier l'influence que le mode d'extraction peut avoir sur les qualités du suc pancréatique, et nous verrons que la diversité du procédé opératoire nous expliquera souvent les divergences si considérables qui existent entre les auteurs relativement à la description des propriétés du suc pancréatique.

Il serait donc important d'avoir un procédé unique qui permît de recueillir le suc pancréatique dans des conditions normales et identiques, afin que toutes les observations des expérimentateurs puissent désormais concorder; car sans cela la science, qui s'enrichit des travaux de chacun, s'encombre en même temps de résultats qui ne sont pas en réalité opposés, mais qui cependant ne sont pas comparables entre eux, à cause des différentes conditions expérimentales dans lesquelles ils ont été obtenus.

---

(1) *Handwörtbuch der Physiologie*, von Rud. Wagner; 1849; 1re part.; vol. III, p. 842.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*; 1851.

(3) Bidder et Schmidt, *Die Verdaungssäfte und der Stoffwechsel*; 1852; p. 240.

C'est pour cela que j'ai cherché un procédé pour établir des fistules permanentes qui permettraient d'obtenir du suc pancréatique sur les animaux à toutes les époques et à l'abri de l'influence immédiate de l'opération.

J'ai fait un très-grand nombre de tentatives pour obtenir une fistule permanente, disposée de telle façon, que l'on pût prendre le suc pancréatique à l'animal ou le lui restituer à volonté. J'ai institué, dans ce but, diverses canules spéciales. Dans tous ces essais, qui ont été très-nombreux, la réussite n'a jamais été complète, parce que le suc pancréatique, ayant toujours de la tendance à tomber vers la partie inférieure, s'insinuait entre la canule et les lèvres de la plaie pour s'écouler au dehors. Dans les cas de fistule gastrique, le suc gastrique n'empêche pas la cicatrisation de la plaie. Il n'en est pas de même du suc pancréatique. Ce liquide, non-seulement m'a paru empêcher la cicatrisation de la plaie autour de la canule, mais, par sa décomposition à l'air, il prend une odeur nauséabonde et acquiert des propriétés irritantes, enflamme non-seulement les bords de la plaie, mais produit un érythème qui envahit toute la peau du ventre jusqu'aux aines et aux aisselles; cette affection amène la mort des animaux.

Nous aurons sans doute plus tard l'occasion de revenir sur la nécessité d'obtenir des fistules pancréatiques permanentes pour résoudre certaines questions relatives à cette sécrétion.

§ II. — *Du suc pancréatique, de sa sécrétion et des modifications qu'il éprouve pendant son extraction.*

La sécrétion du suc pancréatique, comme celle des liquides digestifs en général, se fait d'une manière intermittente : pendant l'abstinence elle est nulle, et si l'on sacrifie un animal dans ces conditions, on trouve le conduit pancréatique sec, seulement lubrifié par un peu de mucosité. Le tissu de l'organe est en même temps pâle, d'une couleur blanc de lait avec une légère teinte jaune. Les vaisseaux contiennent peu de sang, et la circulation semble peu active (*fig.* 1, *Pl.* 5-6).

Pendant la digestion, au contraire, le tissu du pancréas présente une coloration rouge prononcée, quelquefois une couleur lie de vin; le tissu de l'organe est plus ferme et comme érectile; les vaisseaux, particulièrement les veines, très-développés, sont turgides, gorgés de sang (*fig.* 2, *Pl.* 5-6). Le suc pancréatique coule alors avec abondance et à pleins conduits. Cette intermittence dans la sécrétion du suc pancréatique, sur laquelle on n'avait pas suffisamment attiré l'attention, est importante à considérer quand

on veut connaître exactement la quantité totale de suc pancréatique sécrétée en vingt-quatre heures.

La sécrétion pancréatique commence à se manifester pendant la digestion stomacale et avant que les matières alimentaires soient descendues dans le duodénum. Il en résulte qu'il existe déjà dans l'intestin une certaine proportion de liquide pancréatique préparée d'avance pour agir immédiatement sur les principes alimentaires dès qu'ils sortent de l'estomac. Ce liquide, qui ne se trouve pas alors sollicité à descendre dans l'intestin à cause de l'absence des aliments, séjourne et s'accumule dans le duodénum. Nous verrons plus tard que cette accumulation préalable du suc pancréatique a pu donner lieu à des interprétations fautives sur l'endroit de sa sécrétion.

Quand le suc pancréatique et la bile se déversent dans une ampoule commune, ainsi que cela a lieu chez l'homme, chez le cheval, etc., il serait intéressant de savoir si l'un des liquides, venant à être sécrété seul ou à avoir un courant de sécrétion plus fort que l'autre, ne pourrait pas refluer dans le conduit de celui-ci. Chez le chien, la disposition anatomique des conduits s'opposerait à un semblable mélange. Mais chez l'homme et chez le cheval, cela pourrait d'autant plus avoir lieu, que l'ampoule de déversement communique avec l'intestin par un orifice muni d'un sphincter capable de s'opposer momentanément à l'écoulement du liquide.

J'ai observé sur un supplicié un fait qui semblerait se rapporter à quelque chose d'analogue. Le sujet était à jeun au moment de la décapitation. En faisant l'ouverture du canal pancréatique très-peu d'heures après la mort, je trouvai que la bile qui remplissait les voies biliaires y avait reflué dans le canal pancréatique dans une longueur de 2 à 3 centimètres. Au delà de ce point, les divisions du conduit pancréatique étaient vides, d'une couleur blanche et ne contenaient ni bile ni suc pancréatique. J'ai quelquefois vu chez le cheval un reflux semblable de la bile dans le canal pancréatique.

Toutefois ce serait pendant l'abstinence seulement que la bile pourrait pénétrer ainsi dans le conduit pancréatique. Car au moment de la digestion, si, chez un cheval par exemple, on ouvre l'intestin et que l'on fasse une incision au sphincter de l'ampoule commune, on voit les deux liquides s'écouler librement de leurs conduits respectifs.

Relativement aux variations que peut éprouver la sécrétion pancréatique, il faut soigneusement distinguer celles qui ont rapport à sa qualité de celles qui ont rapport à sa quantité.

Il est très-difficile et même impossible de déterminer la quantité normale de suc pancréatique sécrété, au moyen des fistules momentanées qu'on obtient en plaçant un tube dans le conduit pancréatique, parce qu'il reste encore un conduit, lorsqu'on opère sur le chien, dont on ne peut pas tenir compte dans l'évaluation, et qu'ensuite on apporte, par le fait même de l'opération, un trouble qui modifie considérablement les quantités de liquide sécrétées. Ainsi, en opérant sur un chien au moment de la digestion, tantôt il arrive que la sécrétion n'est pour ainsi dire pas suspendue, tantôt il arrive qu'elle l'est complétement, et que, pendant un grand nombre d'heures (quelquefois vingt-quatre heures) elle se trouve totalement arrêtée.

Ces derniers résultats s'observent particulièrement lorsque l'opération a été douloureuse, ce qui suffit pour amener des désordres dans la sécrétion pancréatique. Nous devons ajouter encore que le fait même de l'opération, qui consiste à tirer au dehors une partie du pancréas, produit dans l'organe un état morbide qui change ordinairement, pendant un temps plus ou moins long, le type régulier de la sécrétion. Ainsi que nous l'avons déjà dit, le suc pancréatique se sécrète d'une façon intermittente, comme les sécrétions intestinales, en général, qui ont lieu au moment de la digestion et cessent pendant l'abstinence. Mais après qu'on a lié le conduit pancréatique sur un tube, et qu'on a établi une fistule temporaire par les procédés que nous avons décrits plus haut, l'irritation persistante qu'on produit sur le pancréas donne souvent à la sécrétion un type continu, et l'on voit les quantités de suc pancréatique augmenter graduellement, et l'écoulement de cette sécrétion avoir lieu d'une manière continue, alors même que les animaux ne mangent pas pendant plusieurs jours après l'opération. Cette continuité de la sécrétion dure encore longtemps après la chute du tube d'argent; et ce n'est qu'au bout de quelques semaines, lorsque le conduit pancréatique est tout à fait régénéré, qu'elle reprend bien son type intermittent et ses qualités normales, ainsi que nous nous en sommes assuré en refaisant des fistules temporaires sur des chiens qui avaient déjà subi une première fois l'opération.

Tous les troubles que nous venons de mentionner et qui se montrent dans la sécrétion pancréatique, tiennent à la grande sensibilité du pancréas dont la sécrétion est troublée par l'opération. Sous ce rapport, cet organe se distingue physiologiquement des glandes salivaires auxquelles on a voulu le comparer. On peut, en effet, agir sur celles-ci sans que le type physiologique de leur sécrétion soit altéré. Cette sensibilité du pancréas est si grande chez certains animaux, comme nous l'avons vu, qu'elle peut même

suspendre la sécrétion pendant fort longtemps. Ce n'est que par exception, chez le chien, que quelquefois la sécrétion du suc pancréatique ne se trouve pas modifiée, et cela arrive quand on tombe sur des animaux moins sensibles que les autres. Deux fois j'ai eu l'occasion de rencontrer des animaux chez lesquels l'opération ne produisit pas de troubles dans les phénomènes de la sécrétion pancréatique. L'un de ces chiens était un chien de chasse de la race des bassets, et l'autre un chien de berger. Chez ce dernier particulièrement, l'opération, faite d'ailleurs pendant la digestion et dans de bonnes conditions, n'amena aucun trouble. La sécrétion continua en donnant un suc pancréatique alcalin, gluant et très-coagulable par la chaleur.

Il s'écoulait environ 4 à 5 grammes de ce suc par heure.

Le lendemain, quand on revit l'animal, la sécrétion était suspendue et il ne s'écoulait rien par le tube placé sur le conduit pancréatique. On donna des aliments à l'animal, qui mangea avec avidité, ce qui n'a pas lieu habituellement; et quelque temps après son repas, la sécrétion arrêtée recommença en donnant, comme la veille, un liquide visqueux très-coagulable par la chaleur.

On observa cette sécrétion pendant cinq à six heures, et l'on vit que, vers la fin de la digestion, la sécrétion était devenue un peu plus abondante et le liquide un peu moins coagulable qu'au commencement, quoiqu'il le fût encore beaucoup. On abandonna l'animal à lui-même.

Le lendemain on trouva la sécrétion du suc pancréatique arrêtée; rien ne s'écoulait plus par le tube. On donna à manger à l'animal; et, après le repas, le suc pancréatique recommença à couler, en présentant une très-forte coagulabilité et les mêmes caractères qu'il avait offerts la veille dans les mêmes circonstances. On constata encore le même fait, à savoir, qu'arrivant sur la fin de la digestion, la sécrétion devenait un peu plus aqueuse. Le lendemain le tube était tombé, et l'animal guérit très-rapidement.

Sur plusieurs autres animaux, nous avons pu constater les faits que nous venons de signaler, d'une manière moins évidente sans doute, mais cependant encore bien nette, à savoir que la sécrétion du suc pancréatique est intermittente chez le chien, lorsque l'animal n'a pas été influencé par l'opération de manière que le type de la sécrétion soit troublé. Nous avons également constaté que la sécrétion offre une sorte d'oscillation dans ses propriétés; et que, très-coagulable dans les premières portions qui s'écoulent, elle le devient un peu moins à mesure qu'on s'éloigne du début de l'écoulement. Cette modification, qui prouve que la quantité d'eau a augmenté dans le liquide, n'est pas un fait qu'il faille considérer comme anormal, car

il rapproche la sécrétion pancréatique de beaucoup d'autres, de celle du lait par exemple, qu'on sait plus aqueux à la fin de la sécrétion qu'au commencement; dans d'autres sécrétions, obtenues dans les conditions normales, on a constaté également que les dernières parties obtenues sont moins riches en parties solides que les premières.

En résumé, nous avons voulu prouver dans ce qui précède que, lorsque les animaux ne sont pas impressionnés par l'opération et que la sécrétion pancréatique n'est pas troublée, elle constitue une sécrétion intermittente peu abondante (de 5 à 6 grammes par heure chez un chien de moyenne taille), et que cette sécrétion dure depuis le commencement de la digestion jusqu'à un certain temps après. En pratiquant des fistules pancréatiques chez des chiens, après la fin de la digestion, lorsqu'il n'y avait plus de chylifères blancs visibles, j'ai toujours trouvé les conduits du pancréas remplis de suc pancréatique qui s'écoulait de suite par le tube d'argent. Mais ce suc pancréatique était moins coagulable que celui qu'on obtient en faisant l'expérience après une plus longue abstinence et au commencement de la digestion; ce qui se rapporte avec ce que nous avons vu précédemment. Les faits que nous avons cités plus haut et qui ne s'observent chez le chien que d'une manière exceptionnelle, deviennent très-faciles à constater chez les oiseaux, qui, comme nous le verrons plus tard, ont le péritoine beaucoup moins sensible que les mammifères. Il résulte donc de tout ce qui précède que chez les mammifères, chez lesquels le plus ordinairement la sécrétion est troublée dans son type et dans sa quantité au moment même de l'opération ou bientôt après, on ne peut en rien conclure relativement à la quantité de suc pancréatique sécrété dans ces conditions. Aussi y aurait-il à ce sujet les plus grandes discordances si l'on voulait consulter les chiffres qu'ont donnés les différents expérimentateurs. Il y aurait même de la discordance si l'on s'en rapportait aux chiffres donnés par un même observateur dans les différentes phases de la sécrétion. Nous ne devons donc chercher ici qu'à donner une physionomie physiologique générale de la sécrétion. C'est pour cela que je considère les évaluations numériques faites, sur la quantité de suc pancréatique sécrété, par A. Weinmann (1), S. Krœger (2) et Schmidt (3), comme beaucoup trop fortes, parce que, d'une

(1) Albert Weinmann, *Untersuchungen über die secretion der Bauchspeicheldrüse*. Zurich, 1852.

(2) Sigismundus Kroeger, *De succo pancreatico*. Dorpati, 1854.

(3) *Ueber das Pancreas secret;* Lieb. Ann. Bd. 92.

part, la sécrétion était troublée et pour ainsi dire continue; d'autre part, les évaluations, en supposant même qu'elles fussent exactes, ne donnaient que la sécrétion d'un seul conduit; et rien ne peut autoriser surtout à calculer la quantité de sécrétion en la rapportant à un poids donné de la masse du corps de l'animal. Je considère ces calculs comme introduisant dans la physiologie une fausse précision, en ce qu'ils dénaturent les phénomènes physiologiques et masquent leur physionomie générale en prenant comme point de départ régulier fixe des phénomènes soumis à toutes les variations que comporte la vie.

Relativement aux modifications de qualité qu'il peut subir, le suc pancréatique se distingue de toutes les autres sécrétions, et particulièrement de celle de la salive, à laquelle on a voulu le comparer. Les états morbides différents qui peuvent accompagner les opérations faites sur les animaux n'influencent pas sensiblement les propriétés des différentes salives, tandis que toutes les modifications que peuvent subir les fonctions digestives, se font ressentir sur la nature de la sécrétion pancréatique. Ainsi le liquide qu'on recueille pendant les premiers instants de l'opération, si elle a été bien faite et si la sécrétion n'a pas été suspendue sensiblement, présente des propriétés qu'on doit considérer comme normales et qui diffèrent considérablement de celles qu'il présentera plus tard. En général, comme je l'ai déjà fait voir dans mon premier Mémoire publié en 1849, plus on s'éloigne de l'opération, plus la quantité de suc pancréatique produite est considérable, et moins ses propriétés digestives sont énergiques. Cependant il n'est pas rare d'observer quelques oscillations dans les qualités qu'offre le suc pancréatique. Si l'opération a été laborieuse, la sécrétion se trouve d'abord altérée, puis reprend ses propriétés normales au bout de quelques heures. J'ai observé souvent de pareilles oscillations sur des chiens, et quelquefois on voit, pendant le premier jour, le liquide sécrété présenter une composition qui s'éloigne plus de l'état normal que le second jour.

Toutefois, lorsque l'inflammation se manifeste dans la portion du pancréas soumise à l'opération, on voit des produits d'altération se mélanger au suc pancréatique, tels que des globules de sang et des globules de pus : alors le liquide a complétement perdu ses propriétés digestives.

La plus grande coagulabilité du suc pancréatique sera, comme nous le verrons plus tard, un caractère de l'activité de ce liquide et de la sécrétion dans des conditions normales. Ce fait, depuis que je l'ai signalé dans mon premier Mémoire, a été constaté par tous les observateurs qui ont

fait des expériences sur les animaux vivants. On ne saurait donc accorder aucune espèce de valeur à ce que dit M. Blondlot (1), quand il prétend que le suc pancréatique visqueux et coagulable est un suc altéré dans lequel l'albumine du sang a passé par un phénomène morbide analogue à celui qui fait arriver cette substance dans les urines ; tandis que, plus tard, la coagulabilité disparaîtrait quand, suivant lui, l'animal serait reposé de la douleur que lui a causée l'opération. Nous ne nous arrêterons pas à cette assertion qui nous est opposée à priori, sans qu'aucune expérience l'ait autorisée ; assertion contraire à tout ce que nous avons dit précédemment, et particulièrement à ce que nous avons vu chez les chiens qui avaient bien supporté l'opération et chez lesquels, le lendemain et le surlendemain, le suc pancréatique était coagulable en masse comme la veille. M. Blondlot soutient encore, dans un autre ouvrage (2), que le suc pancréatique du chien ne coagule pas sous l'influence d'un courant électrique ; c'est encore là une pure assertion contraire à l'expérience, ainsi que je m'en suis maintes fois assuré.

Le suc pancréatique, comme tous les produits de sécrétions, peut entraîner avec lui certaines substances introduites accidentellement dans le sang. Sous ce rapport il peut être rapproché des sécrétions salivaires ; car nous avons constaté que, de même que pour la salive, l'iodure de potassium s'élimine avec une très-grande facilité par la sécrétion pancréatique, tandis que le prussiate de potasse, par exemple, ne s'y montre pas.

La sécrétion du suc pancréatique paraît avoir lieu, de même que celle de la bile, avant la naissance ; nous verrons, en effet, que dans les matières intestinales des fœtus on peut constater, dans certains cas, les caractères du suc pancréatique d'une manière évidente.

Il resterait à décider si cette sécrétion, qui après la naissance agit spécialement sur des matières alimentaires déterminées, a d'autres usages à remplir pendant la vie intra-utérine.

Les influences nerveuses qui provoquent directement la sécrétion du suc pancréatique sont beaucoup plus difficiles à déterminer que celles qui agissent sur les glandes salivaires. Sur un chien qui avait un tube fixé dans le conduit pancréatique, j'ai galvanisé le ganglion solaire du grand sympathique sans obtenir de résultat bien net montrant une modification quelconque sur cette sécrétion. Mais j'ai vu l'éther introduit dans l'estomac

(1) Blondlot, *Recherches sur la digestion des matières grasses, etc.* Thèse de Faculté des Sciences de Paris, n° 183 ; 1855.

(2) *Traité analytique de la digestion*, page 125 ; 1841.

déterminer bientôt après un écoulement considérable de suc pancréatique. Quant à l'augmentation de sécrétion qui arrive après l'application des fistules temporaires, je la rattache à un état morbide d'irritation ou d'inflammation de l'organe; car, ainsi que nous le prouverons encore plus loin, cette augmentation du liquide sécrété coïncide toujours avec une altération dans sa composition.

Tous les observateurs, qui avant nous avaient étudié le suc pancréatique, n'avaient pas tenu compte des circonstances physiologiques particulières dans lesquelles on peut l'obtenir : aussi les résultats donnés par l'examen physico-chimique avaient conduit à des opinions fort différentes. Ainsi, suivant M. Magendie et d'après Tiedemann et Gmelin, le suc pancréatique se coagulait à la manière des liquides albumineux, tandis que pour MM. Leuret et Lassaigne, etc., il ne coagulait pas et était en tout semblable aux fluides salivaires. On pourait croire que ces différences tenaient à l'espèce des animaux qui avaient servi aux expériences; mais il n'en est rien. Sur un même animal, en suivant toutes les modifications que peuvent présenter les propriétés du liquide pancréatique pendant le temps que dure l'établissement d'une fistule temporaire, nous avons pu constater toutes les variations observées par nos prédécesseurs comme étant la conséquence unique du changement physiologique qui survient dans la sécrétion, soit d'après le moment de l'opération, soit d'après d'autres circonstances accidentelles qui peuvent se présenter et que nous allons successivement indiquer en suivant la sécrétion pancréatique dans ses différentes périodes.

D'après cela, nous avons été amené à considérer les propriétés du suc pancréatique avant et après qu'il a subi ces modifications, et à distinguer par conséquent :

1°. Le suc pancréatique *normal*, c'est-à-dire celui qui s'écoule le premier et immédiatement après l'opération ;

2°. Le suc *anormal* ou altéré qui s'obtient dans les derniers moments.

Lorsqu'on compare ces deux fluides, qui sont fournis par la même glande, mais dans des conditions spéciales, on constate entre eux de grandes différences, ainsi que nous le verrons bientôt, relativement à la quantité et à la nature des matières organiques et des sels qu'ils renferment. Mais cette modification dans les propriétés du suc pancréatique ne se fait pas brusquement ; elle a lieu, au contraire, d'une manière successive et graduelle, de telle sorte qu'on pourra constater une infinité de variétés qui ne seront que les intermédiaires entre la sécrétion la plus normale possible et celle qui sera la plus modifiée possible.

Nous allons d'abord tracer les caractères de ces deux états du suc pancréatique chez le chien.

1°. *Suc pancréatique normal.* — Lorsque l'opération a été faite dans les meilleures conditions possibles, les premières portions de suc pancréatique qu'on obtient tout de suite après l'opération constituent un liquide incolore, visqueux, coulant par grosses gouttes filantes, sans odeur particulière, avec une saveur très-légèrement salée, analogue à celle du sérum du sang et offrant à la langue la sensation tactile d'un liquide gommeux. La réaction est constamment alcaline; par la chaleur le liquide se coagule complétement comme du blanc d'œuf; le coagulum offre une blancheur très-grande. Les acides énergiques, azotique, sulfurique, de même que les sels métalliques, la noix de galle et l'alcool, etc., précipitent également le suc pancréatique; tandis que les acides organiques faibles n'y déterminent pas de précipité, et n'y dégagent pas sensiblement d'acide carbonique. Les alcalis empêchent la précipitation du suc pancréatique et redissolvent le précipité lorsqu'il a été formé.

La sécrétion du pancréas peut présenter les caractères que nous venons d'indiquer pendant un temps plus ou moins long. Cependant le plus ordinairement on constate déjà, au bout de quelques heures, que le liquide est devenu plus aqueux et moins gluant; par la chaleur la coagulation n'est plus aussi complète, et le précipité nage dans une certaine quantité d'eau en excès. La réaction alcaline persiste toujours et paraît même être devenue plus intense. L'addition d'un acide détermine alors une effervescence prononcée, due sans doute à un dégagement d'acide carbonique. Cette diminution de coagulation peut dépendre de ce que la matière coagulable diminue, ou de ce que la proportion d'eau augmente; cette dernière supposition paraît très-vraisemblable, parce qu'alors on voit la quantité du suc pancréatique sécrété dans un temps donné augmenter en même temps. L'intensité plus grande de l'alcalinité, et l'effervescence par les acides qui se montre aussi en rapport avec la diminution de la matière coagulable, sembleraient indiquer qu'il peut y avoir aussi, avec l'augmentation d'eau, une destruction d'une certaine quantité de matière organique qui se modifierait et coïnciderait avec la présence de carbonates en plus grande quantité.

2°. *Suc pancréatique anormal ou altéré.* — En suivant ces modifications de composition, on arrive bientôt, et ordinairement le lendemain ou surlendemain de l'opération, à recueillir du suc pancréatique qui diffère essentiellement, au point de vue physiologique, de celui qui a été recueilli au début de l'opération. Le suc normal se distingue par ses propriétés phy-

sico-chimiques en ce qu'il est très-aqueux, a perdu toute viscosité, présente une odeur fade, nauséabonde, offre une saveur putridineuse ; enfin ce liquide coagule à peine par la chaleur, par les acides et les autres réactifs indiqués précédemment.

L'alcalinité est alors très-intense et le dégagement d'acide carbonique excessivement abondante.

Alors la sécrétion du suc pancréatique ne subit plus d'autres altérations, si ce n'est que dans les derniers instants de la fistule temporaire il peut s'y manifester des globules de sang qui lui donnent une couleur rougeâtre, en même temps qu'il s'y montre aussi des globules de pus. Le liquide reste toujours très-alcalin, et il a contracté dans ces derniers moments une odeur putride très-prononcée.

Chez tous les animaux sur lesquels on pratique des fistules temporaires, on observe ces mêmes phénomènes d'altération successive dans le liquide sécrété, seulement ils surviennent avec une facilité et une rapidité plus ou moins grandes, suivant l'espèce des animaux et leur degré de sensibilité. Il en est, tels que le cheval, chez lesquels le péritoine offre une sensibilité si grande, qu'il est presque impossible d'obtenir du suc pancréatique avec ses qualités normales, parce que la douleur produite pendant l'expérience, qui est très-laborieuse, suffit pour troubler la sécrétion et vicier son produit. Le liquide pancréatique obtenu par MM. Leuret et Lassaigne sur le cheval, et par Frerichs sur l'âne, offrit les caractères d'une sécrétion altérée et ne représentait par conséquent pas le suc pancréatique normal chez ces animaux. On peut, en effet, démontrer directement par une autre expérience que le suc pancréatique du cheval obtenu en dehors de ces conditions défavorables offre des propriétés semblables à celui du chien.

Il suffit d'assommer ou de faire périr par une mort violente et instantanée un cheval bien portant au début de la digestion, et de recueillir aussitôt le liquide que contiennent les canaux très-larges de la glande pancréatique. On peut avoir ainsi jusqu'à 2 à 3 grammes de suc dont on constate la parfaite coagulabilité et les autres caractères propres au suc pancréatique normal du chien.

Quelquefois, lorsque les animaux sont très-sensibles ou que l'opération a été longue, il peut arriver que la sécrétion pancréatique se trouve complétement suspendue pendant un certain nombre d'heures, quoique l'opération ait été faite au commencement de la digestion, peu de temps après l'ingestion alimentaire (alors la digestion est troublée, il y a vomissement, etc.). La sécrétion pancréatique apparaît alors tardivement ; mais ce qui est remar-

quable, c'est qu'elle donne, au moment même où elle se manifeste, du suc pancréatique anormal, c'est-à-dire pas ou très-peu coagulable. De sorte que, chez les animaux dans ces conditions, il y a eu d'emblée du suc pancréatique anormal sans avoir été précédé par du suc pancréatique normal.

Le procédé expérimental peut aussi avoir une influence directe sur la nature du suc pancréatique obtenu. Si l'on ouvre l'intestin pour rechercher le conduit pancréatique, on produit nécessairement l'écoulement de matières intestinales dans le péritoine, et, par suite, une péritonite générale plus ou moins rapide qui amène soit la perturbation, soit la viciation de la sécrétion pancréatique. C'est pour avoir suivi ce procédé défectueux et pour ne pas avoir connu son influence nuisible, que Frerichs a obtenu chez le chien du suc pancréatique n'offrant qu'une très-faible coagulabilité et donnant, par conséquent, des résultats physiologiques différents de ceux obtenus par des observateurs qui s'étaient mis dans des meilleures conditions.

L'état de santé des animaux n'est pas non plus indifférent : si l'on opère sur des animaux malades ou souffrants, les propriétés du suc pancréatique obtenu se rapprochent le plus ordinairement de celles que nous avons données comme caractérisant le liquide en voie d'altération.

J'ai voulu savoir s'il y avait quelques rapports entre les fonctions de la rate et celle du pancréas ; mais l'extirpation de la rate ne paraît pas changer les conditions de sécrétion du suc pancréatique.

Voici une expérience que j'ai faite à ce sujet :

Sur une chienne de taille moyenne et déjà vieille, à jeun depuis trois ou quatre jours, on extirpa la rate par le procédé ordinaire. Dix-sept jours après, l'animal étant parfaitement rétabli, on plaça un tube comme à l'ordinaire dans le conduit pancréatique pendant la digestion. L'écoulement du suc pancréatique commença aussitôt après l'opération. Quatre heures après, on recueillit $4\frac{1}{2}$ grammes de suc pancréatique filant et très-gluant, comme sirupeux et se coagulant complétement en une masse blanchâtre. L'animal fut ensuite pris de vomissements, pendant lesquels la sécrétion du suc pancréatique s'arrêta un peu ; toutefois, trois heures plus tard, on retira encore 2 grammes de suc pancréatique offrant les mêmes caractères. Le lendemain de l'opération, l'animal donna du suc pancréatique en beaucoup plus grande quantité ; il était devenu moins coagulable que la veille. Ce suc pancréatique a servi à diverses expériences que nous décrirons plus loin, et nous verrons qu'il a offert les propriétés ordinaires du suc pancréatique.

§ III. — *Propriétés physiques et composition chimique du suc pancréatique.*

1°. *Propriétés physiques.* — Le suc pancréatique normal qui s'écoule le premier après l'ingestion alimentaire chez un animal dans de bonnes conditions de santé et préalablement à jeun, est un liquide incolore, transparent, filant, gluant, coulant par grosses gouttes perlées, sans odeur spéciale, sans saveur bien caractérisée et donnant sur la langue la sensation tactile de l'eau fortement gommée.

Tous les acides énergiques, la chaleur, l'alcool, l'esprit-de-bois, les sels métalliques, etc., coagulent le suc pancréatique à la manière d'un liquide fortement albumineux, ainsi que nous l'avons déjà dit.

Les acides organiques faibles ne le précipitent pas et n'y produisent pas non plus d'effervescence sensible. Le chlore en vapeurs ou en solution coagule le suc pancréatique, mais sans faire apparaître aucune coloration rouge. L'acide sulfurique même très-étendu coagule le suc pancréatique; mais si l'on porte ensuite le mélange à l'ébullition, le précipité se dissout complétement. Les alcalis ne forment pas de précipité dans le suc pancréatique; ils redissolvent, au contraire, le coagulum lorsqu'il a été produit par la chaleur ou autrement.

Quand on examine au microscope le suc pancréatique, on n'y voit rien, pas plus que dans le liquide aqueux. En y faisant passer un courant d'électricité, j'ai vu la coagulation se faire autour du pôle positif, ainsi que cela a lieu pour les liquides albumineux.

J'ai soumis, dans un cas, du suc pancréatique à l'action de la lumière polarisée; il a dévié à gauche le rayon polarisé, comme cela a lieu pour les liquides albumineux.

Le suc pancréatique présente constamment une réaction alcaline au papier de tournesol.

Avant la publication de mon premier Mémoire, on avait pu dire que le suc pancréatique était tantôt acide, tantôt alcalin; M. Magendie et d'autres l'avaient trouvé alcalin. Tiedemann et Gmelin l'avaient trouvé acide chez la brebis dans une expérience qui n'a été faite qu'une fois, et dans laquelle il s'est glissé certainement une cause d'erreur. Aujourd'hui cette mobilité dans la réaction du suc pancréatique ne saurait plus être admise.

Chez l'homme, j'ai trouvé le suc pancréatique alcalin. Voici comment je m'en suis assuré : j'ai pris immédiatement le pancréas d'un supplicié décapité en pleine digestion d'aliments mixtes; j'ai ouvert le gros conduit pancréatique avec des ciseaux et je l'ai trouvé humecté par le suc pancréa-

tique, et j'ai constaté que ce liquide ramenait très-nettement au bleu le papier de tournesol rougi. La réaction du duodénum était acide. J'ai vérifié que cette réaction alcaline du suc pancréatique existe de même que chez le chien, le chat, le cheval, le bœuf, le mouton, le cochon d'Inde, le lapin. J'ai donc constaté la réaction alcaline constante du suc pancréatique.

J'ai trouvé la densité du suc pancréatique normal du chien de 1,0401.

Les caractères que je viens de signaler ci-dessus comme appartenant au suc pancréatique ne doivent pas être regardés comme caractérisant seulement le suc pancréatique du chien ; mais ils doivent être considérés comme des propriétés communes au suc pancréatique d'autres animaux mammifères. Chez le chien, le chat, le cheval, le bœuf, le lapin, le mouton, l'âne, malgré leur différence d'alimentation, le suc pancréatique a des propriétés très-analogues lorsqu'il est vu dans les mêmes conditions, et qu'il est pris dans les conduits pancréatiques au début de la sécrétion, après l'ingestion alimentaire. Si le raisonnement en physiologie ne doit jamais aller au delà des faits, il doit cependant intervenir quelquefois pour les discuter et en apprécier la valeur relative, au milieu des variations inévitables que produisent les mutilations expérimentales. Eh bien, il est positif que lorsque chez le chien l'expérience réussit le mieux possible, comme cela a eu lieu chez notre chien de berger, par exemple, le suc pancréatique présente les caractères physiques indiqués précédemment. Si, chez le cheval, MM. Leuret et Lassaigne l'ont trouvé dépourvue de la propriété de coaguler, et si Frerichs et M. Colin l'ont trouvé moins coagulable chez le cheval, l'âne, le bœuf, etc., cela tient à ce que la sécrétion était viciée, et l'on ne saurait voir dans la description de ces auteurs une sécrétion à l'état normal. Souvent ce liquide à l'état normal ne peut être obtenu, ainsi que nous l'avons dit, qu'en tuant subitement ces animaux en état de santé au commencement de la digestion. On trouve alors dans leurs conduits pancréatiques du suc pancréatique normal visqueux, coagulant en masse, au lieu du fluide aqueux anormal, ne coagulant pas ou très-peu. La sensibilité de l'organe pancréatique que j'ai le premier fait connaître, et sur laquelle j'ai insisté dès 1846, est la cause de ces troubles de la sécrétion, ainsi que nous le savons. Nous chercherons plus tard à expliquer cette sensibilité qui distingue le pancréas des glandes salivaires, et qui le rapproche du foie et d'autres organes du bas-ventre. Mais, pour le moment, j'ai voulu seulement établir que toutes ces variétés de suc pancréatique qu'on a décrites chez les divers animaux ne sont que des résultats de l'expérimentation, et j'ai voulu

par là donner l'explication des dissidences entre les observateurs. Quand on en sera arrivé à trouver un procédé d'extraction identique qui permettra d'établir une fistule permanente chez des animaux en santé, alors seulement les variations résultant de l'opération disparaîtront.

Modification que subit le suc pancréatique quand on l'abandonne à lui-même après son extraction. — Le suc pancréatique est certainement le liquide le plus altérable de tous ceux de l'économie. C'est encore un fait que j'ai annoncé en 1848 dans mon premier Mémoire, et que tout le monde a pu vérifier depuis. Tantôt cette altération du suc pancréatique est très-rapide et comme instantanée, tantôt elle est plus lente, suivant les conditions de température ambiante. Dans l'été, lorsque la température est élevée, et particulièrement quand le temps est orageux, l'altération du suc pancréatique a quelquefois lieu en moins de quelques heures; pendant l'hiver, quand la température est basse, le suc pancréatique s'altère lentement, et il peut être conservé longtemps si on le maintient à une température au-dessous de + 10 degrés. Mais, dans ce cas, il arrive souvent que le suc pancréatique se prend comme une gelée qui se fluidifie ensuite par l'agitation à une douce chaleur. J'ai vu, dans un cas, du suc pancréatique gelé qui s'était bien conservé dans cet état et qui, après avoir été fluidifié à une douce chaleur, avait sensiblement encore ses propriétés normales. Dans les conditions les plus ordinaires de température ambiante de + 10 à 20 degrés, le suc pancréatique s'altère peu à peu en deux ou trois jours, et l'on peut alors bien observer successivement les modifications qu'il subit.

Le suc pancréatique, qui était filant et visqueux au moment de son excrétion, cesse bientôt de présenter cette propriété ; il devient d'apparence plus fluide, sa transparence n'est plus aussi complète, et il se forme quelquefois des flocons ou un dépôt blanchâtre qui n'offre rien au microscope que l'apparence de fines granulations moléculaires. Le suc pancréatique normal, qui, à l'état frais, ne possède pas d'odeur spéciale, prend bien vite en s'altérant une odeur nauséabonde fade, puis, lors de la décomposition du liquide, une odeur putride des plus épouvantables. A mesure que le suc pancréatique s'altère, nous avons dit qu'il prend une apparence de fluidité plus grande ; sa coagulabilité éprouve également des modifications intéressantes. Le même suc pancréatique, qui coagulait en masse par la chaleur ou par les acides quand il était frais, ne coagule plus autant déjà le lendemain ou le surlendemain, puis la coagulabilité va constamment en diminuant et cesse tout à fait quand le liquide est parvenu à une décomposition complète.

La réaction alcaline du suc pancréatique ne disparaît aucunement par la

décomposition ; au contraire, elle va en augmentant d'une manière très-évidente, et quand on neutralise le liquide avec un acide, il y a une effervescence considérable et un dégagement d'acide carbonique, ce qui n'avait pas lieu dans le suc frais.

Si l'on examine l'action du chlore sur le suc pancréatique aux différents degrés de sa décomposition, on observe une particularité intéressante. Lorsque le suc pancréatique est frais, le chlore le coagule et forme un précipité blanchâtre, sans faire apparaître aucune coloration rouge. A mesure que le suc pancréatique s'altère, le chlore y détermine une coagulation moins complète, mais il y fait apparaître une coloration rouge qui disparaît par l'addition d'un excès de réactif. Cette matière rougissant par le chlore caractérise donc le suc pancréatique qui a subi une altération. Tiedemann et Gmelin (1), qui avaient déjà signalé dans le suc pancréatique l'existence d'une matière capable de rougir par le chlore, n'avaient pas rattaché sa formation à cette circonstance. Frerichs (2), qui contredit les expériences de Tiedemann et Gmelin, en disant qu'il n'a pas trouvé cette réaction avec le chlore, se trompe également pour ne pas avoir connu les conditions de formation de cette matière. Il a agi sur du suc pancréatique non décomposé, et on comprend qu'il n'ait pas trouvé ce caractère. Cette matière colorante rouge, qui est la même qui se forme aussi dans le tissu pancréatique, se produit dans le suc pancréatique par suite de la décomposition de la matière organique coagulable contenue dans ce liquide, ainsi que nous le verrons plus loin.

La matière susceptible de rougir par le chlore n'est coagulable ni par la chaleur, ni par les acides, ni par l'alcool, ni par le sous-acétate de plomb. Si l'on fait bouillir le suc pancréatique altéré, ou si on le traite par les réactifs ci-dessus indiqués pour précipiter toute la matière coagulable qu'il contient, on retrouve la matière rougissant dans le liquide filtré, car, en y ajoutant du chlore, on voit aussitôt la coloration apparaître, puis disparaître par un excès du réactif. En produisant la coloration rouge, le chlore précipite la matière en flocons très-fins ; et, en filtrant le liquide coloré, la matière rouge reste sur le filtre, et le liquide qui passe est incolore. Les sulfates de soude et de magnésie précipitent également la matière colorante rouge qui se produit dans le suc pancréatique. Lorsque le suc pancréatique est arrivé à son dernier degré de décomposition, la coloration

(1) *Loc. cit.*, tome I, page 520.

(2) *Loc. cit.*, page 844.

par le chlore ne se produit plus directement, et il faut alors employer l'acide azotique, ainsi que nous l'avons dit à propos de l'infusion du tissu pancréatique (*voyez* chap. I^er^, § III, page 29).

J'ai essayé l'action du brome et de l'iode sur le suc pancréatique. Ces substances produisent une coagulation du suc, mais elles ne font pas apparaître la coloration rouge dans des liquides où le chlore la met en évidence.

D'après tout ce qui a été dit précédemment sur les modifications que le suc pancréatique éprouve en s'altérant spontanément en dehors de l'organisme, on a pu faire ce rapprochement curieux que le suc prend successivement des propriétés d'altération qui sont analogues à celles qu'il montre sur l'animal vivant, lorsque la sécrétion, après avoir été normale dans les premiers moments, s'altère par les suites de l'opération. Dans les deux cas, le suc pancréatique contracte une mauvaise odeur, devient plus fluide, plus alcalin, coagule moins et fait effervescence avec les acides, ce qui n'avait pas lieu quand le suc est frais et normal. Toutefois il y a une différence, c'est que la matière colorante rouge est moins abondante dans le suc altéré recueilli sur le vivant, ce qui tient à ce que cette matière provient de la décomposition de la substance coagulable. La matière colorante manque lorsque la substance coagulable n'existe plus ou est en petite quantité ; c'est ce qui a lieu dans le suc pancréatique qui se sécrète dans l'organe altéré.

Je dois encore signaler ici une autre particularité intéressante qui survient dans le suc pancréatique normal qui s'altère spontanément. Je veux parler de la formation spontanée de cristaux particuliers que j'ai signalés pour la première fois dans le suc pancréatique du chien, en 1848. Ces cristaux, vus au microscope, forment des houppes soyeuses magnifiques, et, m'en rapportant alors uniquement à la forme, je les avais pris pour des cristaux de stéarine ou de margarine, parce que je les avais vus se former quelquefois très-rapidement dans des émulsions de graisses que j'avais produites avec du suc pancréatique. Depuis que j'ai parlé de ces cristaux, beaucoup d'autres observateurs les ont vus. Ils ont été représentés par MM. Robin et Verdeil (1) dans leur bel atlas de *Chimie anatomique*, et ces auteurs regardent ces cristaux comme formés de sulfate de chaux. J'y ai bien trouvé la chaux, mais l'acide paraîtrait être un acide organique. Voici ce que j'ai vu :

Du suc pancréatique normal du chien, dans lequel il s'était produit des

(1) *Chimie anatomique*, atlas, pl. III.

cristaux en grande quantité, a été jeté sur un filtre. Les cristaux restés sur le filtre ont été brûlés sur une lame de platine. Une grande quantité de la matière s'est évaporée, et il est resté un très-faible résidu qui a été repris par l'acide chlorhydrique. On n'a pas obtenu d'effervescence, ce qui indique l'absence de carbonates ou de lactates, car ces derniers sels se seraient changés en carbonates par l'incinération. Par l'addition de l'oxalate d'ammoniaque, il y a un précipité de chaux très-évident.

Ces cristaux paraissent se produire par le fait de la décomposition de la matière organique coagulable. En effet, ils ne se forment que dans le suc pancréatique normal possédant une grande proportion de matière coagulable. Ces cristaux apparaissent dans le suc pancréatique laissé en repos à la température ambiante, ordinairement vers le sixième ou huitième jour, quelquefois plus tôt lorsque la température est élevée, quelquefois plus tard lorsqu'il fait froid. Il m'a semblé que l'addition d'une liqueur alcaline activait la formation de ces cristaux. J'ai pris du suc pancréatique de chien normal et récent, et je l'ai divisé en deux portions de 2 à 3 grammes chacune ; j'ai ajouté à une de ces portions de suc pancréatique 4 grammes d'une solution de carbonate de soude. Après cinq jours, les deux liquides étant restés en repos à la température ambiante, il y avait une très-grande quantité de cristaux dans le tube où avait été ajouté le carbonate de soude, tandis que dans l'autre il n'y en avait pas. J'ai répété souvent cette expérience avec des résultats semblables, et il n'est pas nécessaire pour cela d'employer autant de carbonate de soude; il suffit d'en ajouter quelques gouttes d'une forte solution. J'ai mêlé du suc pancréatique normal de chien à parties égales avec de l'albumine d'œuf ou avec du sérum du sang; le même phénomène a eu lieu, et les cristaux se sont formés plus vite dans la portion de suc pancréatique mélangé que dans la portion restée pure. Je répète que, pour obtenir cette formation de cristaux, il faut prendre du suc pancréatique normal coagulant bien ; car dans le suc pancréatique anormal recueilli dans les derniers temps de la fistule sur l'animal vivant, je ne les ai jamais vus se produire.

D'après la simple inspection des résultats fournis par l'analyse chimique des sucs pancréatiques normal et altéré, on voit que les différences qui existent entre eux peuvent être caractérisées par une proportion de matière organique plus grande dans le premier, et par une augmentation au contraire de carbonates alcalins dans le second. Or, comme plus tard nous prouverons que c'est le suc pancréatique normal qui possède les propriétés physiologiques les plus énergiques, il en résulte que ces propriétés sont

dans un rapport direct avec l'abondance de la matière animale, et dans un rapport inverse avec la quantité des carbonates alcalins. Il importe de nous arrêter actuellement sur chacun des principes constituants du suc pancréatique et sur sa composition chimique.

2°. *Composition chimique du suc pancréatique.* — Les variations physiologiques que nous avons constatées dans la sécrétion du suc pancréatique ont apporté, comme nous l'avons vu, beaucoup de divergence dans la description des propriétés physiques du suc pancréatique. Ces mêmes différences se retrouvent encore nécessairement dans les analyses chimiques, et nous devrons ici distinguer encore avec soin les analyses faites sur du suc pancréatique normal d'avec celles qui ont été faites avec du suc pancréatique anormal, afin d'avoir l'idée réelle de la composition chimique du suc pancréatique telle qu'elle est sur un animal vivant et bien portant.

Les différences que nous aurons à observer portent particulièrement sur la proportion des matières constituantes du suc pancréatique et spécialement sur la détermination de la matière organique active de ce suc en rapport avec l'eau, les matières salines, etc. Mais il faut seulement que nous nous rappelions que, vers la fin de la digestion, le suc pancréatique contient un peu plus d'eau et moins de matière organique. Nous n'apporterons pas ici des analyses particulières, comme on l'a toujours fait. Nous donnerons le résultat de toutes nos analyses du suc pancréatique normal, en indiquant en masse les variations que ses matériaux constituants peuvent subir sans que le suc soit anormal.

Voici la composition chimique du suc pancréatique normal :

1°. Eau	De 90 à 92	pour 100
2°. Parties solides	De 10 à 8	pour 100
	100	100

Les parties solides contiennent :

1°. Matière organique spéciale précipitable par l'alcool et retenant toujours un peu de chaux.	De 90 à 92	pour 100 du suc desséché.
2°. Matières salines (carbonate de soude, chlorure de sodium, chlorure de potassium, phosphate de chaux)	De 10 à 8	pour 100 du suc desséché.
	100	100

La composition du suc pancréatique que nous venons de donner d'une

manière générale, bien qu'elle ait été observée sur des chiens, doit cependant être considérée comme donnant la composition du suc pancréatique normal, non-seulement chez cet animal, mais chez les autres mammifères. Les analyses chimiques dans lesquelles on donne beaucoup moins de matière organique que nous n'en avons signalé, sont faites sur du suc pancréatique anormal. L'analyse du suc pancréatique du cheval, par MM. Leuret et Lassaigne, est faite avec du suc pancréatique anormal ; ces auteurs signalent 99,1 pour 100 d'eau et seulement 0,9 de matières solides. Nous savons d'ailleurs maintenant que le suc pancréatique du cheval recueilli dans de bonnes conditions est très-riche en matière coagulable, et l'analyse de MM. Tiedemann et Gmelin du suc pancréatique de cheval, qui a été faite sur du suc normal du même animal, est tout à fait opposée à celle de MM. Leuret et Lassaigne.

Les matières salines du suc pancréatique ne donnent pas au suc pancréatique ses propriétés particulières ; car, lorsqu'on a isolé la matière organique, on trouve que c'est dans cette dernière que réside la propriété spéciale physiologique du liquide pancréatique.

Les auteurs qui, avant moi, avaient vu la matière coagulable du suc pancréatique, n'y avaient pas reconnu l'agent essentiel de ce suc animal; ils l'avaient confondu avec l'albumine; mais, si elle s'en rapproche par quelques caractères, j'ai prouvé dès 1849, dans mon premier Mémoire (1), qu'elle en diffère complétement sous le rapport de ses propriétés physiologiques. Il est nécessaire d'entrer dans quelques détails sur cette matière importante.

De la matière spéciale du suc pancréatique. — Ainsi que nous l'avons déjà dit, cette matière possède beaucoup de caractères qui la rapprochent de l'albumine. Comme cette dernière, elle précipite par la chaleur, par les acides énergiques, par les sels métalliques et par l'alcool. Mais j'ai trouvé qu'elle s'en distingue en ce que, après avoir été précipitée par l'alcool absolu et desséchée, elle peut se redissoudre complétement dans l'eau.

Lehmann pense que l'albumine précipitée pourrait aussi à la longue se dissoudre dans l'eau ; mais il n'y a aucune comparaison à établir entre ces deux substances, ainsi qu'on le verra par les expériences qui vont suivre.

1°. De l'albumine d'œuf étendue d'eau distillée a été passée dans un linge fin pour retenir les particules membraneuses qui s'y trouvaient suspendues ; le liquide passé était transparent, limpide, alcalin. Il coagulait très-

(1) *Archives générales de Médecine.*

bien par la chaleur, en laissant déposer bientôt les flocons qui s'étaient formés.

2°. Du suc pancréatique de chien récent, coagulant bien par la chaleur et offrant tous les caractères de ce liquide normal, a servi de comparaison.

On a ajouté en excès dans les deux liquides de l'alcool à 40 degrés de l'aréomètre, et il s'est formé dans le liquide albumineux des flocons volumineux et très-blancs; dans le suc pancréatique, il s'est formé également des flocons, mais qui étaient plus divisés et qui offraient une teinte blanche très-légèrement bleuâtre.

Les deux liquides furent jetés sur des filtres et l'on recueillit séparément les deux matières coagulées, celle du suc pancréatique et celle de l'albumine d'œuf. Dès que l'alcool fut filtré, on ramassa avec une spatule la matière encore fraîche et on la jeta dans de l'eau distillée chauffée à 40 degrés. Immédiatement la matière précipitée du suc pancréatique fut redissoute, tandis que celle précipitée de l'albumine resta insoluble et avec la même apparence.

Alors on refiltra de nouveau les deux liquides aqueux, et celui où avait été placée la matière du suc pancréatique coagulait par la chaleur et par les acides, absolument comme le suc pancréatique lui-même; tandis que le liquide dans lequel avait été placé le précipité de l'albumine d'œuf ne se troublait aucunement ni par la chaleur ni par les acides. Dans une autre expérience, l'albumine du sang s'est comportée comme l'albumine d'œuf.

La matière du suc pancréatique se redissout donc très-vite dans l'eau. Elle ressemble, sous ce rapport, à l'émulsine végétale. Toutefois la matière pancréatique n'agit pas comme l'émulsine sur l'amygdaline pour la décomposer en acide prussique et en sucre. Cette dissolution de la matière pancréatique précipitée se fait plus facilement à chaud qu'à froid. Voici une expérience que j'ai faite à ce sujet : J'ai mis comparativement de la matière pancréatique précipitée par l'alcool, d'une part, dans de l'eau à 11, et, d'autre part, dans de l'eau à 40 degrés. La dissolution s'est faite presque instantanément dans l'eau à 40 degrés, et assez lentement dans l'eau à 11 degrés. J'ai en outre fait dissoudre une très-forte proportion de cette matière pancréatique dans de l'eau à 40 degrés. La solution était limpide à chaud, mais elle se troublait légèrement par le refroidissement et devenait visqueuse; si alors on portait le liquide à 40 degrés, il redevenait transparent. D'après quelques expériences, il m'a semblé que la matière pancréatique se coagule entre 50 et 60 degrés. Nous verrons plus tard que cette matière pancréatique, quand elle a été redissoute dans l'eau, lui com-

munique les propriétés physiologiques du suc pancréatique. Ces expériences ont été depuis moi répétées par Bidder et Schmidt et par d'autres avec les mêmes résultats.

Quand cette matière pancréatique a été précipitée par l'alcool, si on la redissout, elle acidifie les graisses, et peut être reconnue à l'aide de notre réactif butyrique. Nous verrons bientôt que c'est cette propriété d'acidifier les graisses neutres qui caractérise le suc pancréatique.

Le sulfate de magnésie en excès précipite également la matière du suc pancréatique complétement, ce dernier caractère la rapprocherait de la caséine et de l'émulsine. On voit donc que cette matière, qui ressemble beaucoup à l'émulsine végétale, tient des caractères mixtes entre la caséine et l'albumine; il deviendrait d'ailleurs très-difficile de déterminer ces caractères d'une manière plus précise, à cause de l'impossibilité où l'on est dans l'état actuel de la science de séparer d'une manière bien nette toutes ces matières protéiques les unes des autres. Toutefois on ne pourrait pas admettre que le suc pancréatique contient un mélange d'albumine et de caséine, parce que, dans ce cas, le sulfate de magnésie ne précipiterait qu'incomplétement la matière pancréatique et laisserait passer l'albumine. Je me suis assuré fréquemment, en faisant des mélanges de suc pancréatique avec de l'albumine d'œuf ou de sérum du sang, que la matière albumineuse passe toujours, tandis que la matière du suc pancréatique reste retenue par le sulfate de magnésie.

La matière organique du suc pancréatique ne se rencontre pas dans le sang, mais elle peut y circuler sans inconvénient quand on l'y injecte. Plusieurs fois j'ai fait des injections de suc pancréatique normal de chien dans la veine jugulaire d'un lapin : il n'en est jamais résulté aucun inconvénient pour le lapin; seulement, la matière organique du suc pancréatique passait dans les urines et se reconnaissait à sa coagulation et à ses autres propriétés.

Les considérations précédentes, jointes à la spécialité des propriétés physiologiques de la matière pancréatique et à la nature particulière de ses produits de décomposition, nous engagent à la considérer comme matière propre au pancréas.

Il est très-difficile de séparer sans altération la matière organique d'avec les sels alcalins qui l'accompagnent; précipitée par l'alcool et redissoute par l'eau, cette matière communique toujours au liquide une réaction alcaline manifeste.

La matière pancréatique s'altère avec une rapidité qu'aucune autre substance animale ne partage au même degré. Par une température chaude et

oragense, le suc pancréatique artificiel comme le naturel se putréfient parfois en quelques heures. En se décomposant dans le suc pancréatique naturel, ou après avoir été séparée par l'alcool et redissoute dans l'eau, la matière pancréatique cesse d'être coagulable, et il se produit en même temps les cristaux nombreux dont nous avons déjà parlé, qui, vus au microscope, ont une forme de pinceau composé d'aiguilles très-fines et très-longues; ces cristaux se montrent solubles dans l'eau.

C'est à sa grande altérabilité, sans doute, que la matière pancréatique doit sa propriété de jouer le rôle d'un ferment énergique. Sous son influence, en effet, les sucres de canne, de raisin et même le sucre de lait, fermentent rapidement, et il se manifeste à la fois une fermentation alcoolique et une fermentation acide, car le liquide, primitivement alcalin, devient constamment acide dans ces circonstances. Il se forme rapidement, dans ces conditions, une grande quantité de levûre de bière. Les matières grasses neutres elles-mêmes, ainsi que nous l'expliquerons avec détail, se dédoublent sous son influence en glycérine et acides gras. Isolée au moment même de sa sécrétion, dans son plus grand état de fraîcheur, la matière pancréatique, après avoir été redissoute par l'eau, se coagule complétement par le chlore, sous la forme d'un précipité blanchâtre; mais peu à peu, à mesure qu'elle s'altère et qu'elle devient moins coagulable, le chlore produit un précipité qui revêt une teinte rouge très-vive, et que fait disparaître, toutefois, un excès du réactif. Si l'altération a été poussée très-loin, le chlore cesse de produire cette coloration rouge, mais elle peut alors être obtenue à l'aide de l'addition de notre réactif nitreux. Nous reviendrons plus loin sur cette réaction et sur les procédés à suivre pour l'obtenir, parce qu'elle nous servira de caractère spécial pour distinguer le suc pancréatique de tous les autres liquides qui se déversent dans l'intestin. Il nous suffit de rappeler ici que cette réaction dépend de la matière organique du suc pancréatique, et qu'elle est le résultat de son altération.

Nous savons déjà que la matière coagulable du suc pancréatique diminue dans le suc abandonné à lui-même. Nous avons vu aussi les carbonates alcalins du suc pancréatique, très-peu abondants d'abord, augmenter considérablement quand le liquide s'altère spontanément après avoir été extrait de l'animal. Cette succession des altérations qui se manifestent dans le suc normal, sont assez analogues à celles qu'on observe dans l'animal vivant à mesure qu'on s'éloigne du moment de l'opération.

En résumé, il entre dans la composition de la sécrétion pancréatique des matières salines, qui diffèrent peu de celles que renferment les autres li-

quides de l'économie, et, de plus, une matière organique qui a des caractères spéciaux, et auxquels elle doit toutes ses propriétés physiologiques.

Si maintenant nous comparons les caractères physico-chimiques du suc pancréatique avec ceux des diverses salives, nous trouverons que ces liquides, qui se ressemblent assez quant aux matières salines qu'ils contiennent, se distinguent d'une façon complète par leur matière organique. Le suc pancréatique coagule par la chaleur, les salives ne coagulent pas sensiblement, excepté la salive parotidienne et spécialement celle du cheval; mais la matière organique des salives précipitée par l'alcool se comporte bien différemment de celle du suc pancréatique. Si l'on fait redissoudre la matière dans l'eau et si on la laisse se décomposer, voici ce qui arrive comparativement avec le pancréas : La matière pancréatique, en se décomposant, donne, au bout de quelques jours, la coloration rouge par le chlore; les matières salivaires ne la donnent pas. Si l'on traite ensuite ces diverses substances coagulées par l'alcool au moyen de notre réactif éthéré (*voyez* chap. III, § II), on voit que la matière du suc pancréatique seule acidifie la graisse, tandis que les autres ne réagissent pas de la même manière. Enfin, ajoutons encore que le suc pancréatique ne donne pas de sulfocyanure de potassium, tandis que les salives en renferment toujours. Nous trouvons donc ici pour reconnaître les sucs sécrétés le même caractère d'acidification de la graisse qui nous avait déjà servi pour distinguer le tissu du pancréas d'avec celui des glandes salivaires. Nous aurons des arguments bien plus péremptoires encore pour établir la distinction entre les glandes salivaires et le pancréas à l'aide des propriétés physiologiques du suc pancréatique.

§ IV. — *Propriétés physiologico-chimiques du suc pancréatique.*

Le suc pancréatique exerce son influence soit primitivement, soit secondairement, sur divers aliments. Mais nous voulons d'abord examiner son action sur les corps gras neutres, action que nous avons découverte et signalée aux physiologistes depuis bientôt huit ans. Nous verrons plus tard, dans un autre chapitre, quel est le mode d'agir du suc pancréatique sur les autres matières alimentaires.

Action du suc pancréatique sur les matières grasses neutres en dehors de l'animal.

1°. *Le suc pancréatique émulsionne les graisses neutres; cette propriété lui est exclusive.* — Quand on mélange du suc pancréatique récemment obtenu dans de bonnes conditions avec une matière grasse neutre, on constate

qu'il se fait immédiatement, par l'agitation, une émulsion complète et persistante. Pour opérer ce phénomène, j'ai l'habitude d'ajouter, en général, la matière grasse dans la proportion d'un tiers pour deux tiers de suc pancréatique. Cette émulsion, qui a lieu même à froid avec l'huile, ne peut naturellement se faire avec les graisses solides qu'à une température suffisante pour les fondre sans altérer le suc pancréatique.

J'ai soumis à l'action émulsive du suc pancréatique des graisses de porc (saindoux), de mouton (suif), de chien, etc., après les avoir fait fondre à une douce chaleur. Pour toutes les matières grasses, l'émulsion est instantanée, complète et persistante. Il y a une petite différence pour l'émulsion faite avec l'oléine et la butyrine artificielles. J'ai mélangé à égale partie, dans deux tubes, du suc pancréatique normal de chien, d'une part avec de la butyrine récemment préparée et bien neutre, d'autre part avec de l'oléine bien pure. Par l'agitation, il y a eu d'abord simple mélange des liquides qui étaient restés transparents et sans apparence émulsive. Au bout de quelque temps seulement, le mélange, maintenu à une douce température, a blanchi, est devenu opalin, émulsif, et sa consistance avait augmenté au point de se solidifier en quelque sorte. Le suc pancréatique n'agit pas sur les matières grasses qui ne sont pas fusibles à une température voisine de celle du corps, parce que, quand la température devient trop élevée, le suc pancréatique se coagule et n'exerce plus son action sur la graisse.

Lorsqu'on examine au microscope l'émulsion blanchâtre comme du chyle qui se produit avec le suc pancréatique, on trouve que la graisse a été divisée en globules excessivement fins, mais parfaitement reconnaissables encore par leurs propriétés optiques.

La propriété émulsive que possède le suc pancréatique n'existe dans aucun des liquides intestinaux suivants au même degré. Si l'on mélange, par exemple, de l'huile avec du suc gastrique acide, on n'a aucune espèce d'émulsion; mais si l'on prend de la salive ou de la bile, qui sont alcalines, on observe par l'agitation une espèce de division mécanique qui n'est que passagère, car bientôt les gouttelettes séparées se réunissent à la surface du liquide en une couche d'huile. Quelquefois, cependant, il y a une certaine quantité de matière grasse qui peut rester réellement émulsionnée à l'aide de l'alcali que renferme la bile ou la salive, et j'ai vu ce cas se montrer d'une manière très-prononcée avec la salive parotidienne du cheval. Mais il est toujours facile de distinguer cette propriété émulsive accidentelle de la salive et de la bile d'avec celle du suc pancréatique, qui est d'une tout autre nature. Il

suffit, pour cela, de neutraliser ces liquides animaux alcalins avec des acides organiques faibles ou, ce qui est mieux, avec du suc gastrique; on voit aussitôt l'émulsion cesser de se faire avec la salive et la bile ainsi neutralisées. De plus, on distinguera l'émulsion du suc pancréatique de celle qui pourrait être le résultat du mélange d'un corps gras avec d'autres liquides intestinaux à ce que, lorsqu'on y ajoute de l'eau, elle persiste, et que la matière grasse émulsionnée blanchâtre passe par un filtre préalablement mouillé avec l'eau, ce qui n'a pas lieu, en général, quand on a employé un autre liquide, tel que la salive, la bile, etc. L'émulsion opérée avec du suc pancréatique anormal perd aussi la propriété de passer par les filtres. L'émulsion qui s'opère avec le suc pancréatique normal ne dépend donc pas de l'alcalinité du liquide; ce qui le prouve, c'est que, lorsqu'on a opéré sa neutralisation avec le suc gastrique, il n'en émulsionne pas moins les graisses neutres d'une manière persistante. En ajoutant alors de l'eau, l'émulsion s'étend simplement sans abandonner la graisse, ce qui n'a pas lieu avec les autres liquides intestinaux quand ils ont été neutralisés, comme nous l'avons déjà dit. Tout ceci montre que si l'action des alcalis est capable d'opérer une émulsion, le suc pancréatique peut agir de la même façon par sa matière organique; et il est important de faire cette observation, car sans cela on pourrait croire quelquefois que le suc pancréatique anormal, qui est plus alcalin que le suc pancréatique normal, ainsi que nous l'avons établi plus haut, possède une propriété émulsive plus énergique. Bien souvent, en effet, il m'est arrivé de voir du suc pancréatique, retiré le deuxième jour de l'opération, coagulant assez faiblement par la chaleur, et qui émulsionnait en apparence mieux les matières grasses que le suc pancréatique recueilli aussitôt après l'opération et coagulant en masse. J'ai remarqué de même que ce dernier suc pancréatique normal semblait émulsionner plus énergiquement la graisse quand on l'avait abandonné à lui-même pendant un ou deux jours. Tout cela tient à ce que, dans ces sucs anciens, il y a une plus grande proportion d'alcali; mais en réalité la propriété émulsive due à la matière organique peut manquer, car, en neutralisant l'alcali, ces liquides perdent la propriété émulsive ou ne la conservent que proportionnellement à la quantité de matière organique qu'ils contiennent encore.

La matière organique du suc pancréatique intervient donc comme agent d'émulsion des graisses dans des liquides neutres; elle agit même ainsi dans des liquides organiques acides. Bien souvent j'ai vérifié ce fait en ajoutant à du suc pancréatique normal soit du suc gastrique acide, soit de l'urine acide, etc. Ce mélange se fait sans effervescence quand on emploie le suc

pancréatique normal frais; mais quand on mélange du suc pancréatique ancien ou anormal, il y a une effervescence plus ou moins vive au moment du contact des liquides acide et alcalin : il n'y a, du reste, formation d'aucun trouble ou précipité. Le suc gastrique auquel on a ajouté du suc pancréatique de manière à ce qu'il conserve sa réaction acide après ce mélange, acquiert la propriété d'émulsionner la graisse en une certaine proportion ; mais sa faculté digestive pour la viande ne m'a pas paru avoir été augmentée. Cette propriété émulsive est communiquée, à plus forte raison, à la bile et à la salive, quand on leur ajoute du suc pancréatique. Or c'est particulièrement à cette action spéciale que possède la matière organique du suc pancréatique d'émulsionner la graisse dans des liquides animaux à réaction acide, qu'il faut nous arrêter comme caractérisant ce liquide, car c'est ainsi que les choses se passent souvent sur le vivant ; ce qui prouve évidemment que la réaction alcaline du liquide ne saurait être invoquée pour expliquer sa propriété émulsive. Nous verrons plus tard, en effet, que chez les animaux carnivores, par exemple, cette émulsion a toujours lieu dans l'intestin au sein d'un liquide à réaction acide. Chez les herbivores, l'émulsion a lieu au contraire dans un milieu alcalin. Cette réaction vient-elle en aide à l'action de la matière organique qui est souvent un peu moins abondante chez ces animaux? Nous examinerons plus loin ces questions. Mais nous voulons dire que cette réaction alcaline n'est pas nécessaire, et c'est à ce point de vue que nous avons dit que la propriété émulsive du suc pancréatique lui est exclusive. Parmi les liquides digestifs précédemment cités, il n'y en a pas d'autre, en effet, qui contienne cette émulsine animale capable d'émulsionner directement les graisses après avoir formé avec d'autres liquides des mélanges neutres ou acides. Nous verrons plus loin, sous ce rapport, les propriétés de ce qu'on appelle le suc intestinal.

J'ai dit, au commencement de ce Mémoire, comment j'étais arrivé, en étudiant la digestion des graisses chez les lapins et les chiens, à découvrir cette propriété émulsive du suc pancréatique et à établir, par suite, son mode d'action dans la formation du chyle. Lors de la publication de mon travail, on ne faisait jouer aucun rôle au suc pancréatique dans la digestion des graisses ; on attribuait généralement cet usage à la bile. Il suffit, pour s'en convaincre, de lire les traités de physiologie qui se publiaient à la même époque. Depuis, beaucoup d'auteurs ont reproduit mes expériences, et, comme cela arrive toujours, on en fit la critique, les uns en contestant la priorité, les autres disant que l'action émulsive du liquide n'était pas aussi grande que je l'avais annoncé. Lenz, Bidder et Schmidt et quelques autres

dirent que le suc pancréatique n'émulsionnait pas à lui seul les matières grasses, et que la salive et la bile possédaient la même propriété. Je renvoie ces auteurs aux expériences précédemment citées, et je répète que le suc pancréatique est le seul parmi les liquides intestinaux que j'ai cités qui, après avoir été neutralisé avec le suc gastrique, possède la propriété émulsive. Je laisse à ceux qui voudront vérifier les expériences le soin de décider qui, de moi ou des observateurs précédemment nommés, a raison. Nous aurons plus tard occasion de revenir sur les expériences critiques de ces auteurs, à propos de l'action du suc pancréatique dans l'animal vivant.

Maintenant, relativement à la question de priorité soulevée par Lenz et d'autres, je ne m'y arrêterai pas, parce qu'elle est vraiment insignifiante. On a pu citer des opinions et des observations incomplètes d'Eberle que je ne connaissais pas, je l'avoue, et que personne n'avait d'ailleurs remarquées avant qu'on les eût exhumées pour me les opposer; mais je puis dire, je crois, sans crainte d'être contredit, qu'aucune expérience directe n'avait été faite, et que je suis le premier qui ait montré que le suc pancréatique naturel extrait sur un animal vivant, mêlé à un corps gras, l'émulsionne instantanément et d'une manière persistante, en donnant lieu à une sorte de matière blanche comme du lait.

2°. *Le suc pancréatique acidifie les graisses; cette propriété lui est exclusive.* — Nous venons de voir quelle est l'action immédiate que le suc pancréatique exerce sur les graisses neutres; mais bientôt à cette action émulsive purement physique ou mécanique, qui a consisté à diviser la matière grasse en particules assez fines pour devenir absorbables, il succède une autre série de phénomènes chimiques d'un haut intérêt, en ce qu'ils sont tout à fait spéciaux au suc pancréatique et consistent en une acidification des corps gras par un véritable dédoublement de ces principes immédiats. Ces derniers faits n'avaient été vus par aucun physiologiste, et, depuis moi, tout le monde a pu constater cette singulière propriété du suc pancréatique.

Au moment même où le mélange a lieu entre la graisse et le suc pancréatique, il en résulte un liquide mixte alcalin; puisque la graisse est neutre, la réaction alcaline de la sécrétion pancréatique persiste. Mais bientôt l'alcalinité diminue, puis disparaît et enfin fait place à une réaction acide qui devient de plus en plus énergique. Ce phénomène, dû à une sorte de fermentation de la matière grasse, se manifeste, comme les fermentations en général, plus rapidement sous l'influence d'une température élevée entre 30 et 40 degrés centigrades, analogue à celle du corps.

Cette acidification de la graisse au sein du suc pancréatique est due à la

matière organique que celui-ci renferme. Si l'on fait usage de suc pancréatique recueilli dans de mauvaises conditions et pauvre en matière organique, cette réaction s'obtient plus difficilement, et enfin elle cesse d'avoir lieu si le suc pancréatique, très-altéré ou très-ancien, n'est plus coagulable par la chaleur. Si l'on sépare la substance organique du suc pancréatique par l'alcool, et qu'après l'avoir fait dessécher, on le redissolve dans de l'eau distillée, on obtient, avec le liquide dans lequel est dissoute la matière organique, une émulsion et une altération de la graisse semblable à celle que produit le suc pancréatique lui-même.

Que s'est-il passé dans cette série de réactions par suite desquelles le mélange est devenu acide? Deux hypothèses peuvent être faites. La première consiste à admettre un dédoublement de la graisse en acide gras et en glycérine; dans le second cas, on pourrait supposer que, par suite d'une décomposition survenue dans le suc pancréatique lui-même, l'alcali se trouve saturé par la graisse, qui serait ainsi saponifiée, tandis qu'un autre acide propre au suc pancréatique serait consécutivement mis en liberté.

Mais l'action chimique que le suc pancréatique exerce sur la graisse neutre est bien en réalité, comme je l'avais avancé, un dédoublement de la matière grasse en glycérine et en acides gras, ainsi que le démontrent les expériences suivantes :

Voici une expérience que j'ai faite autrefois, dans le laboratoire de M. Pelouze, avec mon ami M. Barreswil : On a mélangé $8^{gr},7$ de suc pancréatique récent avec $6^{gr},5$ d'huile. L'émulsion se fit instantanément, et la réaction du mélange était alcaline au papier tournesol. Cinq heures après, le mélange resté à froid présentait déjà une réaction nettement acide au papier tournesol.

Le lendemain, le mélange était devenu encore plus acide; alors, après quarante-huit heures de contact à froid, on agita le mélange émulsif avec de l'éther : il s'en sépara une matière floconneuse blanche, puis on enleva la partie éthérée que l'on évapora sur du sable chaud dans une capsule. On reprit le résidu par l'alcool, et on filtra la solution alcoolique. La matière, soluble dans l'alcool, traitée par le carbonate de soude, était entièrement saponifiable à froid; de plus, ce savon, traité par l'acide chlorhydrique, donna de nouveau un acide gras blanc, solide, spongieux, qui, bouilli avec de l'eau, ne fondait pas, et qui, chauffé plus fortement, finissait par se fondre en quelques gouttelettes liquides.

J'ai donné également du suc pancréatique normal à M. Berthelot, qui a examiné l'action du suc pancréatique comparativement avec la salive sur

certaines graisses et particulièrement sur des graisses neutres préparées artificiellement par lui (1). Voici ces expériences :

Première expérience. — 20 grammes de suc pancréatique frais et de bonne qualité ont été mélangés avec quelques décigrammes de monobutyrine; le mélange s'est effectué sans que le liquide fût troublé, et l'on exposa le tout pendant vingt-quatre heures à une douce chaleur entre 30 et 40 degrés. A ce moment le liquide était devenu opaque, blanc laiteux, et exhalait une très-forte odeur d'acide butyrique. On lui fit subir une série de traitements dans le but de séparer l'acide butyrique et la glycérine. Le mélange fut étendu de son volume d'eau et agité avec l'éther à trois reprises différentes et successives, pour séparer la butyrine non décomposée et l'acide butyrique. Par ces trois traitements, la matière fut à peu près épuisée; on obtint ainsi un liquide *éthéré* renfermant les corps gras, et un autre liquide *aqueux* privé de butyrine et d'acide butyrique libre, mais dans lequel devait se trouver la glycérine. Ces deux liquides furent traités de la manière suivante :

1°. *Séparation de l'acide gras.* — Le *liquide éthéré* fut évaporé au bain-marie, après quoi on ajouta un peu d'eau au résidu, qui présentait une réaction acide et qui fut exactement saturé par une dissolution titrée de baryte. La baryte employée répondait à $0^{gr},116$ d'acide butyrique libre. On agita alors plusieurs fois avec de l'éther pour séparer la butyrine; ce qui donna un second liquide éthéré qui, évaporé, a laissé quelques centigrammes de butyrine : ce qui prouvait que toute cette substance n'avait pas été entièrement décomposée par l'action du suc pancréatique; on a obtenu, d'autre part, des cristaux de butyrate de baryte qui répondaient précisément à l'acide butyrique rendu libre par l'action du suc pancréatique sur la butyrine.

2°. *Séparation de la glycérine.* — Le *liquide aqueux* devait renfermer la glycérine qui avait été mise en liberté en même temps que l'acide butyrique, par suite de la décomposition de la butyrine. Afin de l'isoler des matières diverses que contenait le suc pancréatique, le liquide fut évaporé à siccité au bain-marie et en présence d'un excès d'oxyde de plomb. Ce résidu fut repris par l'alcool absolu froid, et l'on obtint ainsi une liqueur alcoolique et un résidu insoluble. La liqueur alcoolique, étendue d'eau, fut additionnée d'hydrogène sulfuré qui précipita une proportion très-sensible d'oxyde de plomb. On évapora au bain-marie le liquide filtré, dont on

(1) Berthelot, *Synthèse des corps gras neutres* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome XLI, pages 272-277).

obtint un sirop d'un goût d'abord sucré, puis légèrement salé. Ce sirop était déliquescent et insoluble dans l'éther. Tous ces caractères, joints à l'origine du produit et à sa propriété de dissoudre l'oxyde de plomb, ne permettent pas de douter qu'on n'eût affaire à la glycérine. Le résidu, qui avait été insoluble dans l'alcool absolu, fut traité par l'eau, à laquelle il céda une matière soluble renfermant des butyrates qui, sans doute, avaient été produits par l'action des sels alcalins du suc pancréatique sur l'acide butyrique devenu libre, soit même sur la butyrine. La production de ces butyrates est un phénomène secondaire et limité qui s'explique par la réaction légèrement alcaline que présente normalement le suc pancréatique; il n'influe en rien sur la formation de l'acide butyrique libre, mais il peut concourir dans une certaine mesure à celle de la glycérine.

En résumé donc on voit, par cette expérience, que quelques décigrammes de monobutyrine ont été décomposés presque complétement, en vingt-quatre heures, par 20 grammes de suc pancréatique, avec régénération d'acide butyrique libre et de glycérine.

Deuxième expérience. — 15 grammes environ de suc pancréatique frais recueilli sur un chien furent mélangés avec quelques grammes de graisse de porc récemment fondue et rigoureusement neutre; on sait que cette substance ne renferme pas d'acide gras volatil; le tout fut maintenu à une douce chaleur pendant vingt-quatre heures. On lui fit subir deux séries de traitements ayant pour but de séparer l'acide gras de la glycérine.

1°. *Séparation de l'acide gras.* — On ajouta de l'éther froid et l'on agita le mélange, dont l'éther fut ensuite décanté et filtré.

Le liquide éthéré avait dissous une certaine partie de corps gras qu'il abandonna par l'évaporation; cette matière grasse était sans action sur la teinture aqueuse de tournesol, mais en y ajoutant un peu d'alcool tiède, la teinture rougit aussitôt, et elle exigea, pour être ramenée au bleu dans ces conditions, 17 gouttes d'eau de strontiane titrée (3 gouttes égalent 2 milligrammes), quantité équivalente à $0^{gr},055$ environ d'acide gras fixe devenu libre. Pour isoler le sel ainsi formé, on jeta sur un filtre la liqueur et le précipité produit; le liquide filtré fut épuisé à froid par l'éther, qui dissout une quantité assez forte de matières grasses neutres se trouvant surtout dans les premiers traitements. L'éther dut produire, en outre, la dissolution des sels gras à base alcaline, en supposant qu'il y en eût; enfin, l'éther dut enlever la plus grande partie de l'oléate de strontiane, en supposant encore que ce corps se fût produit dans la saturation finale. Le précipité recueilli sur le filtre fut épuisé par l'éther froid, desséché et décomposé par l'acide chlor-

hydrique bouillant; on isola ainsi l'acide gras qu'il renfermait, qui avait un aspect cristallin et était fusible à 61 degrés. Traité de nouveau par l'eau de strontiane, par l'éther, puis par l'acide chlorhydrique, ce corps conserva toujours le même point de fusion à 61 degrés.

En résumé, la graisse de porc mélangée avec le suc pancréatique a donné naissance à un acide gras libre, fusible à 61 degrés, qui a été mis en évidence par le traitement précédemment indiqué.

2°. *Séparation de la glycérine.* — Le liquide isolé de l'éther par la décantation a été étendu d'eau, filtré pour en séparer la matière grasse qu'il retenait en grande quantité à l'état d'émulsion, puis il fut coagulé par la chaleur, filtré et évaporé à sec au bain-marie en présence de l'oxyde de plomb. On reprit par l'alcool absolu froid, puis on traita par l'hydrogène sulfuré qui colora fortement la liqueur, on filtra et l'on évapora au bain-marie; de cette façon on obtint un résidu déliquescent d'un goût légèrement sucré, puis salin. Ces caractères, joints à l'origine du produit, ne laissent pas de doute sur la présence de la glycérine.

D'après les résultats précédemment indiqués, il est impossible d'expliquer le dédoublement de la graisse par un autre agent que la matière organique du suc pancréatique agissant à la manière d'un ferment. L'émulsion dans les amandes et les graines huileuses, le jaune d'œuf, possède également la propriété d'émulsionner et d'acidifier les graisses. L'alcali que renferme ce liquide serait insuffisant pour opérer cette saponification, car, lorsque le suc pancréatique est altéré et qu'il ne coagule plus, son action sur la graisse est complétement nulle pour produire l'acidification, ainsi que nous l'avons vu plus haut, bien que le suc soit très-alcalin dans cette circonstance; et nous verrons bientôt que d'autres liquides animaux, tels que la salive, qui présentent une réaction alcaline parfaitement semblable à celle du suc pancréatique, n'ont cependant aucune action saponifiante rapide sur la graisse, preuve que le suc pancréatique agit par autre chose que par son alcali. La seule objection que l'on pourrait faire à cette présence d'un ferment dans le suc pancréatique agissant sur la graisse serait l'action assez limitée que ce fluide possède pour la saponification des matières grasses. D'une autre part, on pourrait objecter aussi qu'un autre acide que l'acide gras doit être mis en liberté dans le mélange; car, lorsqu'après avoir fait saponifier de l'axonge ou de l'huile, on jette le mélange sur un filtre, le liquide qui passe reste très-acide par un acide soluble, qui semblerait être différent de l'acide gras qui est insoluble par sa nature. A cela on peut répondre qu'il se forme, sous l'influence du contact de l'air, des acides gras suroxy-

génés qui deviennent alors solubles dans l'eau, et sont, par suite, capables de communiquer une réaction acide très-énergique au papier de tournesol bleu.

Lorsque l'émulsion du suc pancréatique normal avec la graisse est abandonnée pendant longtemps à elle-même, une partie liquide se sépare, et il se forme une sorte de matière solidifiée qui surnage. Mais le mélange reste toujours acide, et, si l'on ajoute de l'eau, on voit une grande quantité de cristaux soyeux dans le mélange; si l'on jette le tout sur un filtre, le liquide qui passe offre une réaction acide. Mais on peut empêcher l'émulsion de se défaire en ajoutant un acide au mélange. J'ai fait émulsionner, par exemple, de l'huile avec du bon suc pancréatique, puis j'ai saturé aussitôt l'émulsion, qui était alcaline, par de l'acide acétique. Non-seulement l'émulsion ne s'est pas défaite, mais elle a persisté très-longtemps sans subir aucune modification visible, et la graisse ne parut pas y subir les altérations qu'elle éprouve dans les cas ordinaires. Ceci pourrait porter à penser que c'est l'alcali du suc pancréatique qui intervient dans la saponification. Il a déjà été répondu à cette objection; néanmoins, pour vérifier si c'est, en effet, par l'alcali ou par la matière organique que la saponification s'opère, j'ai fait les expériences qui suivent :

J'ai pris du bon suc pancréatique normal de chien, je l'ai divisé en deux portions : l'une a été mélangée directement avec de l'huile, et l'autre a été préalablement bouillie. Cette dernière portion était coagulée, mais il restait une certaine proportion de liquide alcalin avec lequel l'huile fut mêlée. Le lendemain, le mélange avec le suc pancréatique non bouilli était très-acide au papier de tournesol, tandis que celui qui avait été fait avec le suc pancréatique bouilli était resté alcalin.

Dans une deuxième expérience, je pris du même suc pancréatique que je neutralisai avec du suc gastrique de chien, et il y avait même une très-légère réaction acidule au papier de tournesol. Ce suc pancréatique fut encore divisé en deux portions : l'une fut mélangée avec de l'huile qui s'y émulsionna bien, l'autre fut abandonnée à elle-même à titre de comparaison. Le lendemain, le mélange du suc pancréatique avec la graisse était excessivement acide, tandis que l'autre portion était restée sensiblement neutre.

C'est dans le même but qu'ont encore été faites les expériences suivantes :

Sur un gros chien ayant une fistule gastrique établie depuis longtemps, j'ai placé un tube dans le conduit pancréatique par le procédé ordinaire. L'animal était au commencement de la digestion. Bientôt il y eut une cer-

taine quantité de suc pancréatique dont on constata l'alcalinité, la parfaite coagulabilité par la chaleur et la faculté émulsive pour l'huile. On fit avec ce suc pancréatique les expériences qui suivent :

1°. Je plaçai dans un tube de verre du suc pancréatique un peu étendu d'eau, et j'y ajoutai quelques gouttes d'huile. J'agitai le mélange, et il en résulta une émulsion homogène à réaction peu alcaline (ce qui tenait à l'addition de l'eau).

Le lendemain, l'émulsion persistait; toutefois il s'était séparé dans le fond une partie liquide. Le mélange était très-nettement acide le lendemain et les jours suivants.

2°. Dans un autre tube de verre, je plaçai une même quantité du même suc pancréatique additionné de suc gastrique du même chien en quantité à peu près égale à l'eau ajoutée au suc de l'expérience précédente. Par cette addition du suc gastrique, il ne s'était produit ni précipité ni trouble dans le suc pancréatique, seulement la réaction du mélange était neutre. Le tube fut laissé à la température ambiante comme celui de l'expérience qui précède. Le lendemain, la réaction était encore parfaitement neutre; mais deux jours après, la réaction était devenue très-nettement alcaline, et il s'était formé dans le liquide des cristaux blanchâtres dont la plus grande partie surnageait et dont une petite portion était tombée au fond du liquide.

3°. Un troisième tube de verre contenait du même suc pancréatique neutralisé comme précédemment par du suc gastrique; seulement, au lieu de laisser le mélange à lui-même, on y ajouta un peu d'huile, et il s'y forma, par l'agitation, une émulsion persistante. Au moment de l'émulsion, le liquide était bien neutre. Le lendemain l'émulsion persistait et elle était comme solidifiée, de sorte qu'on pouvait retourner le tube sans que rien s'écoulât. Par l'agitation, la masse redevint liquide, et l'on constata que le mélange était très-nettement acide au papier de tournesol.

4°. Dans un quatrième tube, je plaçai de la bile de chien et j'y ajoutai un peu d'acide stéarique qui ne fut dissous qu'en partie, et le liquide biliaire prit une réaction acide. Alors je neutralisai le mélange par l'addition de suc pancréatique; mais comme il restait encore une réaction acide, j'achevai la neutralisation avec quelques gouttes de carbonate de soude. Le lendemain, le liquide offrait sensiblement le même aspect et la même réaction neutre.

5°. Un cinquième tube de verre contenait de la bile fraîche de bœuf, dans laquelle j'avais placé un peu d'acide stéarique qui s'y était dissous en

partie, et le liquide avait pris une réaction acide. Je neutralisai le mélange avec du suc pancréatique de chien, sans y ajouter de carbonate de soude. Le lendemain, le mélange offrait le même aspect et la même réaction que la veille.

6°. Enfin, dans deux autres tubes, je plaçai du même suc pancréatique avec de l'acide stéarique et avec de la cire. Le suc pancréatique n'opéra d'action ni sur la cire ni sur l'acide stéarique, et le liquide resta parfaitement alcalin.

De toutes ces expériences il résulte, bien évidemment, que la matière organique joue le principal rôle dans la saponification de la graisse. Nous savons, du reste, que cette matière précipitée par l'alcool, puis redissoute dans l'eau, possède cette même propriété saponifiante.

Enfin on ne peut pas constater, dans le suc pancréatique seul, placé dans des circonstances identiques à celles qui ont été indiquées plus haut pour le mélange de graisse et de suc pancréatique, la formation d'un acide quelconque. C'est dans le but de vérifier cette opinion qu'a été instituée l'expérience suivante :

Troisième expérience. — 15 grammes de suc pancréatique frais, provenant de la même source que celui qui a servi à l'expérience n° 2 (page 64), ont été abandonnés pendant vingt-quatre heures à une température douce d'environ 30 à 40 degrés ; on fit subir au liquide la même série de traitements précédemment indiqués pour séparer un acide gras et la glycérine, s'il y en avait eu. On traita par l'éther le suc pancréatique, et l'on obtint ainsi, comme dans les expériences précédentes, un liquide aqueux et un liquide éthéré.

Le liquide éthéré fournit une trace presque insensible d'une matière devenant acide au contact de la teinture de tournesol alcoolisée, mais qu'une seule goutte d'eau de strontiane saturait au delà en ramenant fortement au bleu la teinture rougie. Ce résultat est insignifiant si on le compare à celui fourni dans l'expérience n° 2 avec la graisse de porc.

Le liquide aqueux, traité comme il a été dit plus haut (Expériences n^os^ 1 et 2), donna finalement, par l'oxyde de plomb et l'alcool absolu, une liqueur que ne colorait pas l'acide sulfhydrique, et qui laissait un léger résidu déliquescent et très-salé.

On voit, d'après cette expérience comparative, que, relativement à l'acide gras, il n'y a rien qui ressemble à ce qu'on a obtenu dans les expériences précédentes avec la monobutyrine et la graisse de porc, puisque le suc pancréatique était resté alcalin, et qu'on n'en a finalement retiré aucun acide gras appréciable. Il ne reste donc pas de doute que l'acide gras des expé-

riences nos 1 et 2 était fourni par une décomposition de la graisse neutre elle-même. Quant à la glycérine, elle a été un peu plus difficile à constater dans la deuxième expérience avec la graisse de porc, et cela se conçoit, parce qu'elle était en moins grande quantité que dans la première expérience avec la monobutyrine. En effet, dans ce dernier corps, une partie d'acide butyrique libre correspond à une partie de glycérine, tandis qu'avec la graisse de porc, il faut 10 à 11 parties d'acide gras libre pour correspondre seulement à une partie de glycérine. Du reste, la recherche de la glycérine est toujours un peu masquée par la présence des matières organiques qui existent dans le suc pancréatique.

L'action du suc pancréatique pour acidifier les graisses est *exclusive à ce liquide*, avons-nous dit, et elle ne s'opère avec aucun autre liquide de l'économie. C'est ce que vont prouver les expériences suivantes :

1°. Le suc pancréatique seul a la propriété d'acidifier très-rapidement la graisse.

2°. L'albumine de l'œuf, le sang, le sperme, etc., ne l'acidifient pas. Cependant ces liquides peuvent produire une sorte d'émulsion à cause de l'alcali libre qu'ils renferment; mais si, comme nous l'avons dit, on neutralise cet alcali à l'aide du suc gastrique ou d'un acide soluble, l'émulsion cesse de se faire. Pour le suc pancréatique, ainsi que nous le savons, il n'en est pas ainsi; il émulsionne même après sa neutralisation. Le sérum du sang, du reste, émulsionne beaucoup moins que l'albumine d'œuf, ce qui tient à son degré moindre d'alcalinité.

3°. Le mélange de suc pancréatique avec l'albumine d'œuf ou du sang émulsionne très-bien la graisse, et même cette émulsion est plus facile et paraît durer plus longtemps dans le liquide mixte qu'avec le suc pancréatique seul. De plus, l'acidification de la graisse a lieu comme dans le suc pancréatique pur.

4°. Du suc pancréatique mélangé avec de l'albumine d'œuf ou avec du sérum du sang forme un mélange qui bientôt devient acide spontanément; toutefois cela ne paraîtrait pas tenir à une matière grasse du sérum décomposée, car on ne voit pas de trouble dans la liqueur quand on mêle les deux liquides, à moins que la matière grasse ne fût dans l'état analogue de butyrine et de l'oléine, car ces deux substances, ainsi qu'il a été dit, ne font pas d'émulsion directement avec le suc pancréatique au moment même de leur mélange.

Le suc pancréatique aurait donc la propriété d'acidifier l'albumine; et ce qui est important à constater, c'est que ce mélange d'albumine et de suc

pancréatique devenu acide émulsionne parfaitement la graisse qu'on y ajoute alors, ce qui prouve de nouveau que l'acidité n'empêche pas l'émulsion de se faire avec le suc pancréatique, et que cette émulsion ne saurait être due à la présence d'un alcali. La bile ne devient jamais acide spontanément; mais quand on y ajoute du suc pancréatique, elle devient parfois acide et elle acquiert également la propriété émulsive qu'elle ne possédait pas.

Maintenant que nous savons comment le suc pancréatique acidifie la graisse, il importe d'examiner l'action de la salive dans les mêmes conditions, et nous verrons qu'il y a une différence radicale, sous ce rapport, entre les propriétés des salives et celle du suc pancréatique.

1°. Trois grammes de salive parotidienne de chien, fraîche, alcaline, furent mélangés avec cinq à six gouttes d'huile d'olive ordinaire. Par l'agitation du mélange, il se forma une émulsion en apparence complète; mais bientôt, par le repos, le mélange se sépara en deux portions, l'une supérieure comme crémeuse, l'autre inférieure formée par un liquide clair, limpide, sans aucune opalescence. Ce mélange, laissé à la température ambiante pendant neuf jours et examiné chaque jour, n'a présenté aucune trace d'acidification, bien qu'on agitât de temps en temps pour rétablir le contact entre la salive et la graisse.

2°. Trois grammes de salive sous-maxillaire de chien, alcaline et filante, furent mélangés avec quatre à cinq gouttes d'huile d'olive ordinaire. Par l'agitation du mélange, il se forma une émulsion en apparence complète; mais bientôt, par le repos, le mélange se sépara en deux portions, l'une supérieure comme crémeuse, blanche; l'autre inférieure et conservant une teinte opaline. Pendant neuf jours on a examiné le mélange chaque jour sans constater de réaction acide au papier de tournesol, bien qu'on agitât comme dans le cas précédent.

3°. Trois grammes de salive sous-maxillaire de chien, récente, alcaline et excessivement filante, furent mélangés avec quatre à cinq gouttes d'huile d'olive. Par l'agitation, le mélange se fit très-difficilement à cause de l'extrême viscosité de la salive; cependant il y eut une sorte d'émulsion épaisse et gluante qui se forma. Au bout d'un certain temps, plus long que dans les cas précédents, le mélange se sépara en deux portions, l'une supérieure blanchâtre, crémeuse, et l'autre inférieure opaline. Pendant neuf jours ce mélange fut examiné sans qu'on y trouvât la moindre trace d'acidité.

4°. Trois grammes de salive d'homme, mixte, fraîche et légèrement alcaline, furent mis en contact avec de l'huile d'olive. Par l'agitation, il se forma une espèce d'émulsion bien moins complète qu'avec les salives de chien

pures; au bout d'un certain temps, par le repos, il y eut séparation en deux couches comme dans les cas précédents, et au bout de neuf jours l'émulsion était restée alcaline comme le premier jour.

5°. Trois grammes de bile fraîche, mélangés avec la même quantité d'huile, produisirent, par l'agitation, une sorte d'émulsion, qui bientôt se sépara en deux portions qui, abandonnées pendant neuf jours à la température ambiante, n'avaient pas contracté une réaction acide (1).

6°. Bien souvent j'ai fait des mélanges de corps gras et de suc gastrique; il n'y a ni émulsion ni acidification; la graisse surnage le liquide.

D'après les expériences citées plus haut, nous avons vu que la salive, qu'on a voulu comparer au suc pancréatique, est bien loin de lui ressembler dans ses propriétés spéciales vis-à-vis des matières grasses. Pour avoir une certitude plus grande relativement à cette différence d'action, on a fait l'expérience suivante, avec de la salive et de la monobutyrine, qui est un corps gras neutre très-décomposable et qui cependant ne l'a pas été au contact de la salive.

Quatrième expérience. — 15 grammes environ de salive de la glande sous-maxillaire de chien (du même chien qui a fourni le suc pancréatique pour les expériences 1, 2 et 3) ont été mélangés avec de la monobutyrine; il n'y a pas eu d'émulsion sensible; le mélange a été laissé à une douce chaleur de 30 à 40 degrés pendant vingt-quatre heures, et l'on a traité comme il a été dit pour le suc pancréatique, de manière à séparer l'acide gras et la glycérine.

Par l'éther, on n'a pas eu de traces sensibles de matière acide grasse, mais seulement la butyrine non altérée; on n'a trouvé aucun résidu analogue à la glycérine, de sorte qu'il reste évident, d'après cela :

1°. Que sous l'influence du suc pancréatique la monobutyrine se décompose presque entièrement en acide butyrique et en glycérine;

2°. Que la salive, au contraire, avec la monobutyrine, ne donne naissance à aucune quantité sensible d'acide gras libre ni de glycérine.

---

(1) Quand on laisse les différentes salives pendant très-longtemps, trois semaines ou un mois par exemple, en contact avec de la graisse, ainsi qu'il a été dit précédemment, les liquides finissent par se décomposer, mais ils n'éprouvent plus une décomposition putride simple comme si les liquides étaient purs. Ils contractent alors l'odeur putride mêlée à une espèce d'odeur rance caractéristique; mais alors même, si l'on filtre les liquides, la partie qui passe ne présente jamais aucune acidification. Il pourrait toutefois s'être opéré une sorte de saponification à l'aide du temps. Ici l'acide gras resterait-il insoluble sur le filtre? Il n'y a rien, du reste, de comparable à ce qui se passe avec le suc pancréatique.

En résumé, d'après les expériences contenues dans ce chapitre, on voit que le suc pancréatique agit sur la graisse d'une manière toute spéciale. L'action du suc pancréatique est donc double : 1° action physique d'*émulsion ;* 2° action chimique de *saponification*. Voyons si ces deux effets ont lieu chez l'animal vivant.

CHAPITRE III.

ACTION DU SUC PANCRÉATIQUE DANS LA DIGESTION DE LA GRAISSE CHEZ L'ANIMAL VIVANT.

§ I. — *Le suc pancréatique émulsionne les graisses et opère la formation du chyle.*

Lorsqu'on suit dans l'intestin, sur l'animal vivant, les modifications qu'éprouvent les matières grasses ingérées avec les aliments, on constate que dans la bouche et dans l'estomac elles n'éprouvent aucune modification, si ce n'est celle qui leur est apportée par la chaleur de l'estomac qui les fluidifie; c'est seulement dans le duodénum, au moment où se déverse le suc pancréatique, que ces matières grasses changent subitement de caractère et éprouvent une émulsion ou une division extrême qui les rend aptes à être absorbées par les vaisseaux chylifères. Dans les animaux chez lesquels les conduits biliaires et pancréatiques s'ouvrent simultanément, il devient difficile de déterminer la part réelle que le suc pancréatique prend dans ce phénomène à l'exclusion de la bile; mais dans les animaux chez lesquels, comme chez le lapin par exemple, les conduits biliaire et pancréatique s'ouvrent isolément et à une grande distance l'un de l'autre, on peut s'assurer que la bile n'a aucune action émulsive sensible sur les graisses, et que c'est seulement au contact du suc pancréatique que cette modification s'opère. Chez le lapin, le conduit pancréatique principal se déverse, ainsi que nous le savons, à 30 centimètres environ au-dessous du conduit biliaire, et, quand on ouvre l'abdomen pendant la digestion de matières grasses, on voit les vaisseaux chylifères blancs, c'est-à-dire remplis de graisse émulsionnée, se manifester d'une manière intense seulement au-dessous de l'insertion du conduit pancréatique. J'ai fait à ce sujet un très-grand nombre d'expériences. Je n'en citerai que quelques-unes.

1°. Un lapin adulte, à jeun depuis la veille, reçut dans l'estomac, à l'aide d'une sonde œsophagienne, 30 grammes de graisse de porc (saindoux) liquéfiée à une douce chaleur. Aussitôt après on donna des carottes à l'animal, qui les mangea avec avidité. L'ingestion de la graisse dans l'estomac fut faite à 8 heures du matin, et l'animal fut sacrifié par la section du bulbe

rachidien à $9^h 45^m$, c'est-à-dire $1^h 45^m$ après. Aussitôt l'abdomen fut ouvert et l'on rechercha avec soin, depuis le pylore jusqu'à l'insertion du conduit pancréatique, s'il existait des vaisseaux chylifères chargés de graisse émulsionnée. On trouva quelques chylifères très-ténus et rares contenant de la graisse émulsionnée commençant à être visible dans la partie moyenne du duodénum, environ 7 à 8 centimètres avant l'insertion du conduit pancréatique. Toutefois il n'existait aucune trace de chylifères blancs dans la partie supérieure du duodénum, au voisinage de l'ouverture du conduit biliaire. Il faut encore remarquer que les chylifères signalés dans le duodénum devenaient d'autant plus volumineux et d'autant plus visibles à mesure qu'on descendait davantage dans l'intestin après le déversement du liquide pancréatique. En ce point, ils étaient incomparablement plus développés et remplis d'une émulsion plus parfaite, mais ces chylifères cessaient bientôt d'être visibles dans la première partie de l'intestin grêle, ce qui prouve que la graisse n'était pas encore parvenue au delà.

Ouvrant ensuite l'estomac du lapin, on constata qu'il était rempli par des carottes, mélangées avec de la graisse qui s'y trouvait encore.

2°. Sur un lapin en pleine digestion on ingéra dans l'estomac, de la même manière que dans l'expérience précédente, 30 grammes de graisse de porc fondue. L'animal fut tué cinq heures après, et l'on constata que les vaisseaux chylifères contenant de la graisse émulsionnée ne commençaient à être visibles qu'après l'insertion du conduit pancréatique, et que les premiers vaisseaux lactés ne se voyaient même qu'à une petite distance au delà du commencement de l'intestin grêle. Dans la portion du duodénum située entre l'estomac et le conduit pancréatique, il n'en existait aucune trace.

L'estomac fut ensuite ouvert, et l'herbe qu'il contenait fut mélangée avec de l'eau et portée à l'ébullition ; aussitôt de la graisse vint surnager le liquide, ce qui prouve évidemment qu'il existait encore de la matière grasse dans les parties supérieures des voies digestives et que tout n'était pas encore descendu dans l'intestin.

3°. Sur un lapin adulte et vigoureux, à jeun depuis la veille, on ingéra à l'aide d'une sonde 30 grammes de graisse de porc fondue. L'ingestion de graisse fut pratiquée à 10 heures du matin ; l'animal, qui s'était violemment débattu au moment de l'opération, fut ensuite laissé en repos et on lui donna de l'herbe qu'il ne mangea pas.

A 2 heures, c'est-à-dire quatre heures après, l'animal fut tué par la section du bulbe rachidien, et aussitôt on ouvrit le ventre et l'on examina avec soin l'état des chylifères. Voici ce qu'on observa : aussitôt après le pylore

et dans le voisinage du déversement de la bile, il n'existait aucune trace de vaisseaux chylifères blancs contenant de la graisse émulsionnée ; mais en descendant on aperçut, au voisinage de la courbure du duodénum, un vaisseau chylifère très-ténu et contenant un liquide blanc légèrement opalin. Il existait dans ce même point, c'est-à-dire dans la courbure du duodénum, un ganglion lymphatique qu'on rencontre assez souvent et qui reçoit un ou deux petits lymphatiques contenant un liquide pareillement opalin. Mais au niveau de l'abouchement du conduit pancréatique, les vaisseaux chylifères devenaient immédiatement très-volumineux et remplis d'un liquide offrant les caractères d'une émulsion parfaite. Ces vaisseaux, qui formaient une injection de chyle excessivement riche, avaient leurs radicules chyleuses visibles sur les parois extérieures de l'intestin grêle et remontaient, en accompagnant les vaisseaux sanguins, jusque dans les ganglions mésentériques dont la masse était colorée en blanc dans sa portion gauche, tandis qu'elle conservait une apparence jaunâtre dans sa portion droite, où aboutissent les vaisseaux lymphatiques du duodénum avant l'absorption de la matière grasse (voyez *Pl.* 7-8). En examinant l'aspect extérieur des intestins, on voyait qu'aussitôt après l'insertion du canal pancréatique, leur coloration était d'une couleur plus blanche, ce qui tenait à la présence de l'émulsion de la graisse qu'on apercevait même à travers les parois très-minces de l'intestin (*Pl.* 7-8). En ouvrant le duodénum et l'intestin grêle, on remarqua aussi qu'avant l'abouchement du conduit pancréatique la graisse était reconnaissable à ses caractères physiques, et que la membrane muqueuse gorgée de sang, comme cela arrive pendant la digestion, présentait une couleur rouge assez intense, tandis qu'après le déversement du suc pancréatique la graisse avait été émulsionnée et enduisait la membrane muqueuse, qui, à partir de ce point, offrait un aspect blanchâtre comme si du lait y avait été répandu.

Cette expérience d'injection de graisse chez les lapins, qui est des plus démonstratives pour faire voir l'action spéciale du suc pancréatique sur les matières grasses, a été confirmée par beaucoup de physiologistes et notamment par le Dr S. Jackson, professeur à Pennsylvanie (1). Toutefois cette même expérience a été l'objet de remarques de la part de quelques autres physiologistes. Lenz (2), Bidder et Schmidt (3) ont répété mes expériences,

(1) *The American journal of the Medical Sciences.* Philadelphia, october 1854.

(2) *De adipis concoctione et absorptione.* Mitau, 1850.

(3) *Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel,* pages 248 et suivantes.

en faisant l'autopsie des animaux peu de temps après l'ingestion de la graisse, et ces auteurs disent qu'ils ont trouvé des vaisseaux chylifères remplis de matière grasse avant le déversement du suc pancréatique dans l'intestin, et ils en concluent qu'un liquide doit être sécrété dans l'intestin avant le pancréas et posséder également cette action émulsive sur la graisse. Il faut pourtant remarquer qu'en faisant l'autopsie des animaux plus tard et en se mettant dans les mêmes conditions que celles où je me trouvais placé moi-même pour observer, les auteurs précédents ont obtenu des résultats identiques aux miens, et ont vu l'absorption de la graisse ne commencer qu'au-dessous du déversement du suc pancréatique. Mais ils ont dit que si les chylifères ne se voyaient pas alors au-dessus de l'insertion du conduit pancréatique, cela tenait à ce qu'à ce moment il n'y avait plus de graisse dans le duodénum et qu'elle était toute descendue dans l'intestin. C'est là ce qu'il aurait fallu démontrer. Il aurait fallu prouver que chez les lapins examinés dans ces conditions toute la graisse était descendue de l'estomac dans l'intestin. Or, comme il n'en est pas ainsi et qu'on ne rencontre des vaisseaux chylifères blancs qu'au-dessous du déversement du conduit pancréatique lorsqu'on donne la graisse en plusieurs fois et quand il en existe encore dans l'estomac au moment de l'autopsie, il est impossible d'admettre l'explication du phénomène qui vient d'être donnée. Si, quand on fait l'autopsie des animaux de bonne heure, on a pu quelquefois rencontrer des vaisseaux chylifères blancs qui commençaient avant l'insertion du conduit pancréatique, ainsi que nous en avons nous-même vu des exemples, dans des expériences rapportées plus haut (expérience n° 2), cela s'explique parce que du suc pancréatique ayant reflué dans la portion déclive de l'intestin avait agi sur les matières alimentaires grasses avant que celles-ci aient pu l'entraîner dans l'intestin grêle; nous avons vu, en effet, à l'article *Sécrétion du suc pancréatique* (§ III, ch. II), que ce liquide est toujours sécrété en certaine proportion avant que les aliments descendent dans l'intestin. De plus, ainsi que nous l'avons fait voir (*Pl.* 3 et 4), il existe quelquefois un petit conduit pancréatique chez le lapin qui s'ouvre avec le canal cholédoque et qui peut fournir exceptionnellement, quand il est très-développé, assez de liquide pour donner naissance à quelques vaisseaux chylifères blancs. Mais toutes ces variétés du phénomène, qui peuvent s'expliquer par des variétés anatomiques ou par des conditions particulières de l'expérience, ne sauraient aucunement constituer des objections à ce fait : que c'est après l'abouchement du suc pancréatique que les vaisseaux chylifères commencent à absorber les ma-

tières grasses alimentaires qui entrent dans la composition du liquide blanc nommé *chyle*.

Herbst (1) a fait à notre expérience une autre objection. Il a lié sur des lapins le conduit pancréatique, et vingt-quatre heures après, il a ingéré de la graisse dans le canal intestinal, et il dit avoir trouvé encore des vaisseaux chylifères remplis de chyle blanc, et il en a conclu que le suc pancréatique n'était pas indispensable à l'émulsionnement de la graisse, puisque, après sa soustraction par la ligature du conduit, il y avait des chylifères blancs dans l'intestin. Le résultat de l'expérience, dans les conditions qu'indique Herbst, peut être exact, mais la conclusion est fautive; en effet, il aurait fallu s'assurer qu'il n'y avait pas un second conduit chez les lapins opérés, et il y a, en outre, toujours des petites glandules pancréatiques sur l'intestin (voyez *Pl.* 3-4). Il aurait encore été nécessaire d'attendre plusieurs jours et de ne tuer les animaux que quelque temps après la ligature des conduits, en ayant eu soin de leur donner des aliments gras à prendre pour détruire tout le suc pancréatique qui pouvait être resté dans l'intestin, ainsi que cela va être expliqué dans les expériences faites sur des chiens.

Chez les chiens, les chylifères commencent à être remplis de graisse émulsionnée presque immédiatement après le pylore, et chez ces animaux, il est possible de démontrer que l'absorption de la graisse est modifiée toutes les fois que l'on empêche l'intervention du suc pancréatique dans la digestion. En effet, si on lie les deux conduits pancréatiques, ou mieux, si on lie le canal pancréatique supérieur en même temps que l'on introduit dans le canal pancréatique inférieur, qui est le plus gros des deux, un tube d'argent, de manière à permettre l'écoulement du suc pancréatique sécrété, et à empêcher ainsi la distension des conduits et leur rupture, on verra, après un temps suffisant, que les vaisseaux chylifères ne se remplissent plus de graisse, et conservent un aspect transparent dû à la lymphe seule. Pour faire convenablement cette expérience, il faut, ainsi que je l'avais déjà annoncé dans mon premier Mémoire, avoir le soin de lier les deux conduits bien exactement, car, à raison de la communication facile de ces canaux entre eux, par leur anastomose, le liquide peut refluer par le conduit resté libre, et une ligature unique n'offrirait pas en réalité d'obstacle à l'écoulement du fluide dans l'intestin. Il faut, en outre, avoir la précaution d'attendre plusieurs jours après la ligature des conduits, en donnant dans cet intervalle à manger aux animaux, afin que tout le suc

(1) G. Herbst, *in Henle u. Pfeuffers Zeitschr.* Bd. III, 1853; S. 389-91.

pancréatique existant au moment de la ligature des conduits ait eu le temps de disparaître complétement. Quand les expériences sont faites avec les précautions que je viens d'indiquer, il est possible de démontrer que, chez les chiens, les lapins, les chats, le suc pancréatique est indispensable à l'émulsion de la graisse dans l'intestin et à son absorption par les vaisseaux chylifères, et que cette action émulsive ne peut être suppléée par aucune autre sécrétion de l'intestin, ni par la salive, ni par la bile, ni par les liquides fournis par les glandules du duodénum, que Brunner et d'autres anatomistes avaient considérés à tort comme un pancréas secondaire.

Mais les précautions précédentes sont assez délicates et je préfère généralement instituer l'expérimentation autrement en pratiquant un anus artificiel chez les animaux, ainsi qu'on va le voir dans les expériences qui suivent :

1°. Sur un jeune chien de taille moyenne à jeun depuis la veille, je pratiquai un anus artificiel à l'intestin grêle, environ à 60 centimètres au-dessous de l'insertion du conduit pancréatique. Pour cela, je fis une incision sur le côté gauche de l'abdomen au niveau de l'ombilic, et je tirai une anse d'intestin que je fixai dans la plaie à l'aide de points de suture, après avoir pratiqué une ouverture à l'anse intestinale. Le lendemain, l'animal but un peu de bouillon, et j'injectai environ 60 centilitres du même liquide, à l'aide d'une seringue, dans le bout inférieur de l'intestin.

Le jour suivant, l'animal était assez bien portant ; il but encore du bouillon, et j'en injectai de nouveau par le bout inférieur de l'intestin.

L'animal perdait beaucoup de liquide par le bout supérieur, qui déversait au dehors beaucoup de ses sucs, gastrique, pancréatique et biliaire, mêlés aux matières alimentaires.

Le troisième jour de l'opération, j'injectai par la bouche, à l'aide d'une sonde, 32 centilitres de graisse de porc fondue à une douce chaleur. J'en injectai environ 20 centilitres par le bout inférieur de l'intestin à l'aide d'une sonde introduite aussi profondément que possible dans l'intestin.

Quatre heures après cette injection, l'animal fut sacrifié par la section du bulbe rachidien, afin de constater l'état des vaisseaux chylifères au-dessus et au-dessous de l'anus artificiel. Je trouvai que tous les vaisseaux chylifères, dans tout le duodénum jusqu'au bout de l'intestin qui avait été coupé, étaient pleins et gorgés d'un chyle blanc. Au-dessous de l'anus artificiel, l'intestin était plus rétréci, et les vaisseaux chylifères qui en partaient contenaient de la lymphe, très-légèrement opaline dans quelques-uns, mais ne pouvant en aucune façon être comparés à ceux qui naissaient au-dessus

de l'anus artificiel. En ouvrant l'intestin, on trouvait la graisse à la surface de la membrane muqueuse, cette graisse était émulsionnée, divisée et mêlée aux sucs intestinaux au-dessus de l'anus artificiel, tandis qu'au-dessous elle était à nu sur la membrane muqueuse intestinale, qui elle-même était très-peu humectée et comme affaissée, et ne participait aucunement à la turgescence que la même membrane muqueuse offrait dans l'intestin au-dessus de l'anus artificiel.

2°. Sur un gros chien de chasse, étant à jeun depuis la veille, j'ai pratiqué un anus contre nature dans l'intestin grêle, à 80 centimètres environ de l'abouchement du conduit pancréatique. Le chien fut nourri les jours suivants avec du bouillon et de la viande, et à deux reprises différentes j'injectai de la graisse de porc fondue dans le bout inférieur de l'intestin.

Le chien s'était parfaitement rétabli et la plaie était en partie cicatrisée; seulement l'animal était un peu affaibli par la déperdition considérable de sucs et d'aliments qu'il faisait par le bout supérieur de l'intestin. Enfin, le douzième jour après l'opération, voyant que l'animal s'affaiblissait, je lui fis dans l'estomac une injection de graisse de porc fondue à une douce chaleur, ainsi que par le bout inférieur de l'intestin. L'autopsie de l'animal montra la même chose que dans l'expérience précédente. Il y avait dans le duodénum et dans l'intestin au-dessus de l'anus artificiel une grande quantité de vaisseaux chylifères magnifiquement injectés par un chyle blanc laiteux. Au-dessous de l'anus artificiel, l'intestin était rétréci, sa membrane muqueuse était amincie et comme atrophiée; on y voyait, à sa surface, la graisse qu'on avait injectée, et il se rencontrait quelques vergetures rouges sur différents points de la membrane muqueuse. Les vaisseaux chylifères qui sortaient de cette partie de l'intestin étaient dépourvus de chyle laiteux; ils renfermaient seulement de la lymphe.

J'ai souvent répété ces expériences avec des résultats analogues, et elles me paraissent démontrer que la graisse déposée dans une partie de l'intestin grêle, où le suc pancréatique n'a pas pénétré depuis plusieurs jours, n'y est pas absorbée et ne pénètre pas dans les vaisseaux chylifères. C'est en me fondant sur ces expériences que j'ai admis que le suc pancréatique est indispensable à l'absorption de la graisse par les vaisseaux chylifères.

Si Lenz, Frérichs, Bidder et Schmidt ont été conduits à contester l'exactitude de ma proposition sur la nécessité de la présence du suc pancréatique pour la digestion de la graisse, cela tient uniquement à ce que ces auteurs se sont placés dans des circonstances expérimentales différentes. En effet, Frérichs, après avoir lié d'une manière imparfaite le conduit pancréa-

tique, car la ligature portait sur l'organe en masse et permettait à une certaine partie de fournir encore du suc dans l'intestin, introduisit du lait mêlé avec de la graisse dans le canal intestinal des animaux, et il vit, dans ces conditions, des vaisseaux chylifères renfermer encore un contenu lacté blanc. Cette expérience est défectueuse pour deux raisons : 1° parce qu'il pouvait encore exister dans l'intestin du suc pancréatique sécrété avant l'opération ou au moment même, par suite de la ligature imparfaite des conduits; 2° parce que la matière grasse ingérée était accompagnée par du lait, qui renferme déjà de la graisse émulsionnée et capable d'être absorbée directement par les chylifères. Dans d'autres expériences, Frérichs coupait l'intestin grêle sur des chiens à jeun et injectait ensuite dans les bouts supérieur et inférieur de l'intestin du beurre fondu. Cet observateur dit avoir trouvé alors dans le bout supérieur, dans lequel se déversait le conduit du pancréas, des vaisseaux chylifères très-développés, mais que, dans le bout inférieur, il en existait aussi, quoiqu'ils fussent beaucoup plus déliés. Cette expérience porta cet auteur à conclure qu'il doit exister dans l'intestin un suc intestinal autre que le suc pancréatique capable d'émulsionner la graisse. Il est clair, dans cette dernière expérience, que l'émulsion de la graisse dans le bout inférieur tenait uniquement à la présence d'une certaine quantité de suc pancréatique existant préalablement dans l'intestin, et que toutes les fois que le suc intestinal peut concourir à l'émulsion des graisses, c'est qu'il renferme une certaine proportion de suc pancréatique.

Dans les conditions où il se trouve obtenu, le résultat de cette expérience peut donc être réel; mais il provient de ce qu'il y avait du suc pancréatique de l'ancienne digestion. Nous avons vu que la sécrétion du suc pancréatique continue après que la digestion est terminée et lorsqu'il n'y a plus de matières alimentaires dans le canal intestinal, de sorte qu'on peut dire que la membrane muqueuse intestinale reste toujours humectée par du suc pancréatique de la dernière digestion (cela a lieu également pour la bile chez certains animaux dépourvus de vésicule biliaire). Quelquefois chez des chiens à jeun depuis plusieurs jours, lorsque j'ouvrais l'intestin grêle et que j'introduisais un petit tube de verre, ouvert à ses deux extrémités, jusqu'à une certaine profondeur dans le bout inférieur de l'intestin, j'ai vu s'écouler une certaine quantité d'un liquide à peu près incolore, alcalin et coagulant légèrement par la chaleur, et qui, mêlé avec un peu de graisse, l'émulsionnait assez bien et même l'acidifiait un peu. Mais, je le répète, il était difficile de penser que ce fût là du suc intestinal pur, et de ne pas croire qu'il y eût un mélange avec un peu de suc pancréatique des diges-

tions antérieures. C'est pour cela que j'ai alimenté, après la formation de l'anus artificiel, les animaux pendant plusieurs jours, afin d'attendre non-seulement que tout le suc pancréatique fût usé, mais afin de permettre aussi que l'épithélium qui aurait pu en être imbibé fût renouvelé. Après ces précautions je n'ai pas vu, ainsi que je l'ai dit, de chylifères remplis de graisse; de sorte que j'en ai conclu que lorsque le suc pancréatique était bien enlevé, il n'y avait plus de graisse absorbée par les chylifères. Du reste, il aurait été possible qu'il y eût des glandules dans l'intestin qui fussent de la même nature que le pancréas, et cela n'aurait en rien contredit mes expériences antérieures. Car j'avais dit, et je le soutiens encore, que la propriété émulsive était exclusive au suc pancréatique parmi les liquides dont j'avais parlé, savoir : le suc gastrique, la bile, la salive, etc. Je n'avais pas fait d'expériences avec le suc intestinal, et si ce suc eût agi, cela n'aurait rien changé à ma première proposition. Mais j'ai donné les faits tels que je les ai observés, et nous verrons plus tard que les expériences d'ablation ou plutôt de destruction du pancréas, que je considère comme les plus probantes, nous conduisent aux mêmes conclusions.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans ces expériences d'anus artificiel, c'est la sorte d'atrophie rapide que subit le bout inférieur de l'intestin, et il semble alors que les aliments irritent cet intestin, quoiqu'ils soient de même nature que ceux qui entrent par la bouche. Ces phénomènes sont-ils produits par l'absence du contact des liquides digestifs qui coulent du bout supérieur, et par l'absence du suc pancréatique en particulier? Les résultats des expériences sur l'ablation du pancréas paraissent, ainsi que nous le verrons, nous porter à admettre cette opinion. Du reste, cette modification du bout inférieur de l'intestin dans les anus artificiels est digne d'être étudiée. En effet, quand on donne à manger aux animaux, cet intestin inférieur ne participe pas à la vascularisation de l'intestin supérieur, et j'ai cru remarquer que parfois on n'y voyait pas de contractions péristaltiques quand on sacrifiait les animaux. Dans un cas cependant j'ai vu l'intestin inférieur participer à la vascularisation du bout supérieur, c'était après avoir injecté de l'éther dans l'estomac.

Maintenant, quant aux objections qui ont été faites par Lenz, Bidder et Schmidt dans le but de prouver que le suc pancréatique n'a pas d'action spéciale sur les matières grasses, ces objections se trouvent complétement détruites par tous les faits que nous avons précédemment cités, relativement aux propriétés du tissu et du suc pancréatique pour l'acidification des matières grasses neutres. Ces caractères distinguent nettement le tissu pan-

créatique de tous les autres tissus et liquides de l'économie, et il n'y a pas lieu de considérer comme sérieuse l'opinion qui n'en tient pas compte, parce qu'elle est en contradiction avec les faits les plus faciles à vérifier.

Les expériences que les physiologistes précités invoquent pour démontrer en outre que le suc pancréatique n'a aucune part spéciale dans l'absorption des matières grasses, et que son action est la même sous ce rapport que celle qu'exercerait la salive ou tout autre liquide alcalin de l'économie, ces expériences, dis-je, sont encore beaucoup plus défectueuses, que celles de Frerichs. Leurs auteurs croient néanmoins avoir apporté un soin tout particulier pour se mettre dans de meilleures conditions que celles où Frerichs s'était placé, en attendant vingt-quatre heures après la ligature des conduits pancréatiques, pour introduire la graisse dans l'intestin. On va voir que toutes les conclusions, tirées avec tant de soin d'expériences si minutieusement faites, deviennent complétement insignifiantes quand on considère les erreurs anatomiques considérables qui se sont glissées dans ces recherches.

En effet, pour détourner le suc pancréatique de l'intestin chez les chiens et les chats sur lesquels les expériences ont été pratiquées, les auteurs ont constamment opéré la ligature d'un seul conduit pancréatique. Or il est bien évident que, dans ce cas, les liquides déversés par le conduit pancréatique resté libre étaient accrus de tous ceux qui se seraient écoulés par le conduit lié, et qui refluaient en raison de la communication large qui existe entre les deux canaux pancréatiques. R. de Graaf connaissait et avait déjà décrit, en 1671 (1), ces communications entre les canaux pancréatiques du chien; c'est ce que semblent ignorer complétement Lenz, Bidder et Schmidt. De ce qui vient d'être dit, il résulte donc que dans les expériences dont il s'agit, le suc pancréatique continuait d'arriver dans l'intestin et venait concourir à la digestion de la graisse avec d'autant plus d'efficacité, que l'on avait attendu plus longtemps pour faire l'ingestion de cette substance après la ligature d'un des conduits pancréatiques. C'est pour cette raison que les chylifères trouvés par Bidder et Schmidt, vingt-quatre heures après ce prétendu détournement du suc pancréatique, ont été beaucoup plus évidents que ceux trouvés par Frerichs immédiatement après la ligature du pancréas en masse.

Chez les chats, sur lesquels Bidder et Schmidt ont fait le plus grand nombre de leurs expériences, il existe constamment deux conduits pan-

(1) R. de Graaf, *De succi pancreatici natura et usu*, page 17. Lugd. Bat., 1671.

créatiques, ainsi que nous en avons fait figurer plusieurs dispositions (1) [*Pl.* 1-2, 3-4]. Quelle que soit la variété anatomique à laquelle ces expérimentateurs aient pu avoir affaire, il est toujours certain qu'ils n'ont pas empêché le suc pancréatique de s'écouler dans l'intestin, puisqu'ils disent avoir lié seulement le conduit pancréatique qui s'abouche en commun avec le canal biliaire. Quant à l'autre conduit pancréatique qui quelquefois cependant est plus volumineux que le premier et qui s'ouvre toujours plus bas, ils n'en font pas mention et ils ne paraissent pas le connaître.

De ce que nous venons de dire des conditions dans lesquelles ont été faites les expériences précitées, il résulte clairement que ces expériences ne sont aucunement de nature à venir en aide à l'opinion de Bidder et de Schmidt; elles confirment au contraire la nôtre, puisqu'il nous a été facile de prouver que dans les cas signalés le suc pancréatique n'avait jamais cessé d'arriver dans l'intestin.

Les expériences qui consisteraient à lier même les deux canaux pancréatiques sont insuffisantes, parce que bientôt la ligature coupe les conduits, et ceux-ci se reforment avec une rapidité telle, que quelques jours suffisent pour rétablir le cours normal du liquide, ainsi que nous l'avons indiqué ailleurs. Cette réparation des conduits pancréatiques était déjà parfaitement connue de Brunner (2).

Pour s'opposer au déversement absolu du suc pancréatique dans l'intestin pendant un temps considérable, il faut donc absolument extirper le pancréas, ou mieux le détruire. Ce sont des expériences que nous avons réalisées, et que nous décrirons plus loin (*voyez* § III, page 470). Nous en exposerons les résultats avec détail, mais auparavant nous devons examiner une question qui se présente ici naturellement, c'est celle de savoir si le suc pancréatique, après avoir émulsionné les graisses alimentaires, les acidifie dans l'intestin, comme cela a lieu hors de l'animal.

---

(1) Dans mon premier Mémoire, je m'en étais rapporté pour la disposition des conduits pancréatiques chez le chat à ce qu'en disent les auteurs d'anatomie comparée, et j'avais répété qu'il n'y a qu'un conduit pancréatique chez cet animal. J'avais même cru pouvoir expliquer par cette union d'un conduit pancréatique unique avec le canal cholédoque, chez le chat, les dissidences qui existent entre les expériences de MM. Magendie et Brodie. Mais depuis j'ai voulu vérifier par moi-même l'anatomie du pancréas chez le chat, et j'ai toujours trouvé deux conduits, ainsi que je les ai fait représenter.

(2) Joh. Conr. Brunner, *Experimenta nova circa pancreas.* 1683, page 53.

§ II. — *Le suc pancréatique agit-il dans l'intestin chimiquement sur la graisse de la même manière qu'en dehors de l'animal?*

Je me suis assuré que, lorsque des animaux digèrent des matières alimentaires absolument dépourvues de graisse, ou n'en contenant qu'une très-faible proportion relativement à leurs autres éléments constitutifs, comme cela a lieu pour les herbivores par exemple, on rencontre généralement une réaction alcaline dans l'intestin grêle, bien que l'estomac offre toujours invariablement sa réaction acide. Mais s'il existe une certaine proportion de matières grasses, ou si ces matières dominent considérablement sur toutes les autres, on trouve ordinairement une réaction acide au papier de tournesol dans l'intestin grêle, bien qu'elle soit cependant plus faible que dans l'estomac. Cela pourrait porter à penser qu'il se produit une acidification de la matière grasse dans l'intestin. En effet, si l'on ingère du beurre chez un animal vivant, on peut facilement constater l'odeur de l'acide butyrique dans le contenu de l'intestin grêle après le déversement du suc pancréatique et même quelquefois dans le contenu de l'estomac. Cette production d'acide butyrique est toutefois, ainsi que je l'avais déjà indiqué, loin d'être aussi développée que lorsque le suc pancréatique agit en dehors de l'économie, ce qui peut tenir, d'une part, au contact plus prolongé dans ce dernier cas, et, d'autre part, à l'absence des liquides qui dans l'intestin peuvent se mélanger avec le suc pancréatique.

Mais, indépendamment des résultats qui précèdent, il existe un fait, constaté par beaucoup de chimistes, qui s'oppose à ce que l'on puisse admettre l'opinion que la graisse, pour être digérée, doit nécessairement être dissociée dans ses éléments et décomposée en acide gras et en glycérine. Ce fait, c'est que la graisse qu'on rencontre dans les vaisseaux chylifères serait constamment à l'état de graisse neutre. Dans des expériences de ce genre, nous devons faire remarquer que la recherche de l'acide gras et de la glycérine dans le chyle extrait du canal thoracique devient très-difficile, à cause des petites quantités de matières sur lesquelles on opère. Voici néanmoins quelques observations que nous avons faites à ce sujet avec M. Barreswil, et dont les résultats s'accorderaient avec l'opinion qu'il n'y a pas d'acide gras dans le chyle.

Un chien adulte fut nourri exclusivement avec de la graisse de mouton (*suif*), pendant huit jours. L'animal en prenait chaque jour 120 grammes. Dans son dernier repas il en avait pris 240 grammes. Sept heures après, il fut tué par la section du bulbe rachidien. L'abdomen fut ouvert aussitôt

après la mort, on lia immédiatement le canal thoracique pour empêcher l'écoulement du chyle. On recueillit :

1°. 20 grammes d'un chyle blanc laiteux se coagulant rapidement;

2°. Le sang des cavités du cœur;

3°. 150 grammes d'une bouillie graisseuse existant dans l'estomac, offrant une réaction très-acide;

4°. Dans la première portion de l'intestin grêle (*jejunum*), une matière jaunâtre, en petite quantité, à réaction légèrement acide; dans la dernière portion de l'intestin grêle (*ileon*), une matière brunâtre;

5°. Dans le gros intestin, des matières excrémentielles à réaction acide.

On observait chez ce chien des vaisseaux chylifères magnifiquement remplis de chyle blanc, depuis le duodénum jusqu'au cœcum; mais aussitôt après le cœcum et dans le gros intestin, il n'en existait aucunement.

La bile, jaune pâle, était très-alcaline. L'urine, jaunâtre, était également très-alcaline, et par le refroidissement elle laissa déposer des cristaux.

Examen chimique des liquides. — 1°. Graisse de l'estomac. On l'agita avec de l'alcool, on laissa en contact jusqu'au lendemain, on filtra, et le liquide limpide obtenu donna, par l'addition d'eau, un précipité faible qui disparut par l'éther, de même que par le carbonate de soude. Dans ce dernier cas, le précipité se reproduisait si l'on ajoutait un acide. Donc dans l'estomac il y avait des traces d'acide gras.

2°. Matières de l'intestin grêle (première portion). Traitées exactement comme les matières de l'estomac, elles ne donnèrent aucun précipité par l'eau, ce qui indiquait l'absence d'acides gras.

3°. Le chyle, traité exactement de la même façon, ne donna non plus aucun précipité par l'eau, ce qui montra également l'absence d'acides gras.

4°. L'urine ne contenait ni graisse, ni acide gras; les cristaux qui s'y rencontraient étaient des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, car :

α. Ils dégageaient de l'ammoniaque, à froid, par la potasse;

β. Ils étaient très-solubles dans les acides, peu solubles dans l'eau;

γ. Leur dissolution dans les acides était précipitée par le peroxyde de fer avec l'acétate de soude.

Un autre chien adulte, nourri depuis quelques jours avec de la graisse, prit, dans son dernier repas, environ 200 grammes d'empois d'amidon dans lequel on avait ajouté 3 grammes d'acide oléique impur. Cinq heures après, le chien fut tué par l'insufflation d'air dans les veines. On recueillit 6 grammes de chyle qui était opalin, blanc, se coagulant bien. On prit, comme dans le cas précédent, les liquides intestinaux et on y rechercha la

présence de l'acide gras, en procédant de la même manière. On obtint le résultat suivant :

1°. Le chyle ne contenait pas d'acide gras ;

2°. Dans l'estomac et le duodénum on trouva de l'acide gras, mais beaucoup plus dans l'estomac qu'ailleurs.

D'après les faits cités précédemment, on voit donc que le dédoublement de la graisse, qui est un phénomène si caractéristique du suc pancréatique, quand on examine son action isolée en dehors de l'économie, semble devenir un fait très-secondaire ou même nul dans l'intestin. Si ce dédoublement a réellement lieu et si c'est à une action chimique opérée sur la graisse qu'il faut attribuer l'effet de produire une légère réaction acide dans l'intestin, on ne saurait trouver là la condition essentielle de la digestion de la graisse, puisque la graisse qui se trouve dans les vaisseaux chylifères, lors même qu'on injecte, ainsi que nous l'avons fait dans une des précédentes expériences, de l'acide oléique dans les voies digestives, semble toujours exister à l'état neutre. Le suc pancréatique ou peut-être la bile qui s'y mêle empêcheraient-ils alors soit l'absorption des acides gras, soit même leur formation.

Lenz (1), et d'autres auteurs après lui, m'ont fait le reproche d'avoir admis que le suc pancréatique devait, pour digérer la graisse, la décomposer en acide gras et en glycérine. Je dois dire ici que ce reproche est tout à fait gratuit. Dans mon premier Mémoire, comme dans celui-ci, le chapitre où je traite de l'acidification des graisses par le suc pancréatique est intitulé : *Action du suc pancréatique sur les graisses neutres en dehors de l'animal vivant*. Je renvoie donc ceux qui m'ont fait ce reproche à la lecture de mon premier Mémoire (2) qui me semble assez clair et qui paraîtra tel, je l'espère, aux personnes qui ne sont pas tourmentées du désir de trouver des objections inutiles.

En résumé, l'action essentielle du suc pancréatique en ce qui concerne la digestion des matières grasses semble se borner à rendre ces substances miscibles aux liquides intestinaux et capables de mouiller les villosités intestinales, afin qu'elles pussent pénétrer dans les voies de l'absorption. Toutefois cette absorption des matières grasses émulsionnées à l'aide du suc pancréatique nous présente encore un mécanisme très-obscur et dont il est impossible de se rendre compte d'une manière satisfaisante à l'aide

(1) *Loc. cit.*, page 205.

(2) *Archives générales de médecine;* 1848.

des phénomènes d'endosmose connus. Il est impossible, en effet, de jamais opérer le passage à travers des membranes d'aucune émulsion naturelle ou artificielle, telle que celles du lait, du jaune d'œuf, du looch d'amandes ou de la graisse émulsionnée avec le suc pancréatique. Cette dernière émulsion se rapproche, du reste, complétement des émulsions parfaites par sa propriété de traverser les filtres, même quand elle a été étendue d'eau. Il faut donc, pour expliquer l'absorption de la graisse, s'en référer à une disposition anatomique spéciale et à une propriété particulière des tissus ou des épithéliums qui, chez les mammifères, constituent les villosités intestinales, ainsi que les terminaisons des vaisseaux lymphatiques dans ces villosités. Cette absorption graisseuse ne paraît pas susceptible de s'opérer ailleurs que dans l'intestin grêle. J'ai constaté, en effet, que des matières intestinales contenant de la graisse émulsionnée ne pouvaient pas être absorbées et donner naissance dans l'estomac ou dans le gros intestin à des vaisseaux chylifères blancs ; ce qui prouverait que les vaisseaux lymphatiques qui se terminent dans ces parties du canal intestinal ne sont pas convenablement organisés à leurs extrémités pour opérer l'absorption de la matière grasse. Cette discussion, qui nous conduirait à chercher la distinction qui existe entre les terminaisons des vaisseaux chylifères et des vaisseaux lymphatiques proprement dits, ne doit pas trouver place ici. Il nous suffira pour le moment de constater que le suc pancréatique est un agent indispensable à cette absorption des matières grasses, quel que soit, du reste, le mécanisme suivant lequel cette absorption s'effectue. Indépendamment de toutes les preuves que nous avons fournies jusqu'ici pour établir cette proposition, nous allons trouver encore des arguments plus décisifs pour appuyer notre manière de voir dans les expériences que contient le paragraphe suivant.

§ III. — *Perturbations qu'éprouve la digestion de la graisse par la destruction du pancréas chez les animaux mammifères ou par les maladies de cet organe chez l'homme.*

D'après ce qui a été précédemment établi relativement à l'action spéciale du suc pancréatique dans la digestion de la graisse, on doit penser que, dans les lésions du pancréas ou à la suite de son ablation, le phénomène physiologique qu'il remplissait cessera de s'accomplir, s'il n'est pas suppléé par un autre organe. Alors l'absence du suc pancréatique se manifestera au dehors par quelques symptômes résultant du trouble de la fonction. C'est, en effet, ce qui arrive, parce qu'aucun organe glandulaire intestinal, pas même les glandes de Brunner, ne paraissent susceptibles de remplacer

le pancréas quand son action vient à s'interrompre. Les expériences d'ablation ou de destruction du pancréas sur les animaux vivants, ainsi que les altérations pathologiques chez l'homme, prouveront ce que nous venons d'avancer, en démontrant que, dans toutes ces circonstances, il existe un phénomène commun, qui est l'élimination de la graisse non digérée avec les matières excrémentitielles.

1°. *Ablation du pancréas.* — La physiologie expérimentale agit presque toujours, comme on sait, en enlevant les organes, afin de constater les troubles qui sont la conséquence de cette ablation et de chercher à déduire de là les fonctions de la partie enlevée. On a dû penser depuis longtemps à appliquer cette méthode d'étude pour découvrir les fonctions du pancréas, mais ce fut généralement sans succès, parce que l'excision du pancréas, nécessitant forcément la lésion d'organes profonds, et la ligature de la veine et de l'artère *liénales* qui traversent le tissu pancréatique, amène constamment la mort des animaux. Brunner (1) est le seul expérimentateur qui soit cité comme ayant enlevé le pancréas et ayant trouvé qu'après cette opération les chiens éprouvaient certains désordres, tels que constipation, voracité plus grande, etc. Mais en recourant au Mémoire de l'auteur, on peut facilement se convaincre qu'il n'a jamais complétement enlevé le pancréas, et que, dans les cas mentionnés comme tels, il restait au moins toute la portion transversale du pancréas, portion qui constitue plus de la moitié de l'organe. Dans l'expérience VII, pages 54 à 62, Brunner donne l'autopsie d'un chien à la suite d'une expérience de ce genre, où il retrouva très-bien la portion du pancréas restante, ainsi que le petit conduit qui s'abouche dans l'intestin, près du canal biliaire. Brunner injecta au mercure ce petit conduit pancréatique et il le considéra comme un conduit de nouvelle formation; car il ne croyait à l'existence que d'un seul canal pancréatique à l'état normal, ainsi que nous l'avons dit ailleurs. Il n'est donc pas étonnant dès lors que les animaux opérés par Brunner aient pu vivre sans désordres bien apparents après l'opération, puisqu'ils conservaient la plus grande partie de leur pancréas, et il faut ajouter, en outre, que Brunner n'avait pas l'attention fixée sur la digestion des substances grasses de façon à avoir pu constater si elles étaient digérées aussi exactement qu'à l'ordinaire. Son but était de démontrer que les glandules intestinales qui portent son nom étaient destinées à suppléer le pancréas, et il voulait savoir si ces glandules subiraient une hypertrophie quand on viendrait à enlever le pancréas et à

(1) *Loco citato*, pages 10 et suivantes.

déterminer ainsi dans ces glandules un fonctionnement exagéré. Nous avons déjà vu que ce rapprochement des glandes de Brunner avec le pancréas est faux au point de vue physiologique, de même qu'au point de vue anatomique, puisque le tissu et la sécrétion de ces glandes ne partagent pas les caractères spécifiques du tissu et de la sécrétion du pancréas. D'ailleurs il faut ajouter que Brunner n'a aucunement trouvé l'hypertrophie qu'il cherchait après les ablations du pancréas ou après la ligature des conduits de cette glande.

J'ai à plusieurs reprises tenté, sans succès, sur des chiens l'ablation totale du pancréas. Les animaux mouraient constamment de péritonite, à cause de la plaie considérable qu'entraînait la dissection complète du pancréas et des ligatures nombreuses qu'il fallait apposer pour arrêter le sang. C'est après un grand nombre de ces essais infructueux que je songeai, non plus à extirper le pancréas, mais à détruire son tissu progressivement. Je pensai, en effet, que, puisque la graisse avait une affinité spéciale pour le tissu du pancréas, elle posséderait peut-être cette même propriété sur l'organe vivant, et dès lors j'essayai si, en injectant de la graisse dans les conduits pancréatiques, on pouvait opérer en quelque sorte la dissolution de l'organe. Ces essais réussirent très-bien, et le pancréas dans les conduits duquel on a injecté une matière grasse neutre, telle que de l'huile, de l'axonge, du suif, subit peu à peu une espèce de fonte ou d'atrophie dans laquelle toutes les cellules de la partie glandulaire de l'organe s'altèrent, se détachent et se trouvent éliminées par les conduits excréteurs qui seuls restent dans leur intégrité. Il s'ensuit que bientôt l'organe pancréatique se trouve réduit à ces seuls conduits, dont on aperçoit les ramifications toutes nues, comme les branches d'un arbre dépouillé de ses feuilles, ce qui prouve l'indépendance de la partie glandulaire proprement dite d'avec les conduits excréteurs des glandes. J'ai essayé l'injection d'autres substances agissant mécaniquement, telles que le mercure, etc., et j'ai obtenu ordinairement une inflammation très-violente et une suppuration de l'organe, mais non son atrophie, comme par la graisse. Cette dernière substance, en effet, paraît avoir ici une action spéciale sur le pancréas, analogue à celle que le produit de la sécrétion exerce lui-même, c'est-à-dire un dédoublement de la matière grasse. J'ai trouvé, en effet, dans les pancréas en voie de destruction par les matières grasses des cristaux de margarine et de stéarine dans les conduits. Toutefois il faut admettre aussi que la présence de l'huile, en imbibant les cellules glandulaires, suffirait pour s'opposer à leurs phénomènes endosmotiques sécrétoires et les frapper de mort. C'est, en effet, ce qu'on observe

pour la glande parotide. Dans cet organe les produits de la graisse décomposée ne se montrent pas comme dans le pancréas ; mais la glande se transforme en une espèce de poche, et par son conduit excréteur s'échappe un liquide sanguinolent, dans lequel on retrouve au microscope les cellules glandulaires parfaitement isolées et reconnaissables.

Ces injections de matières grasses doivent être faites dans le pancréas en petite quantité et avec certaines précautions ; car il en résulte, quand l'organe est trop rempli, une péritonite intense qui fait rapidement mourir l'animal. Chez les chiens, aucune cause ne paraît aussi propre à déterminer la péritonite que les injections de substances étrangères dans le conduit pancréatique. Les expériences suivantes vont montrer combien ces sortes d'injections dans la pancréas sont graves, ce qui n'a pas lieu pour les glandes salivaires. Ce caractère de sensibilité différente distingue donc encore le pancréas des glandes salivaires.

2°. *Destruction du pancréas.* — 1°. Sur un chien de taille moyenne, j'ai injecté, par le grand conduit pancréatique, 15 centimètres cubes d'un mélange d'huile et de bile dans les proportions d'un tiers d'huile sur deux tiers de bile. Avant l'injection, j'avais préalablement lié le petit conduit pancréatique, et aussitôt après l'opération, je plaçai une ligature sur le gros conduit pour empêcher le mélange de sortir. A la suite de cette injection, le pancréas était devenu plus volumineux et son tissu avait pris une coloration jaunâtre par la présence de la bile. Au moment même de l'opération, l'animal ne parut pas souffrir de l'injection, et la plaie du ventre fut recousue comme à l'ordinaire.

Le lendemain (dix-huit heures après), on trouva le chien mort. L'autopsie montra les caractères d'une péritonite intense ; le tissu du pancréas, rougeâtre, offrait un grand nombre d'ecchymoses ou épanchements sanguins.

2°. Sur un autre chien, de taille moyenne et à jeun, on pratiqua de la même manière, dans le conduit pancréatique, une injection d'un mélange de suif de chandelle, de beurre, de bile et de suc pancréatique en petite quantité. Ce mélange, qui avait une odeur de graisse rance très-désagréable, fut liquéfié à une température de 38 à 40 degrés environ et injecté à la dose de 10 centimètres cubes. On plaça également une ligature sur chacun des conduits pancréatiques, et le tissu de l'organe était devenu plus dur et plus tendu après l'injection. Comme dans le cas précédent, l'injection ne parut pas douloureuse, la plaie fut recousue et l'animal laissé en repos. Le lendemain il était mort, et l'on trouva dans la cavité du péritoine une grande

quantité de liquide séropurulent épanché, et tous les signes d'une péritonite violente. Le tissu du pancréas enflammé était gorgé par la matière de l'injection.

3°. Sur un autre chien de petite taille, on fit une injection de suif qui ne put pénétrer qu'en petite quantité à cause de la rupture du conduit pendant l'opération. Deux jours après, l'animal n'était pas mort. Il fut alors sacrifié pour une autre expérience, et l'examen de son pancréas démontra que les conduits principaux étaient remplis par du suif solide qui ne paraissait pas encore avoir subi de modification.

4°. Sur un chien également de petite taille, on fit l'injection de 15 centimètres cubes de suif de mouton frais et pur qu'on avait obtenu en faisant fondre de la graisse de mouton prise chez un boucher. Dans cette expérience, le petit conduit pancréatique n'avait pas été lié; après l'injection, l'organe était modérément distendu. Le lendemain, l'animal était mort; le pancréas était rempli jusque dans ses petits conduits par du suif qui, dans les dernières ramifications, où il se trouvait très-divisé, avait subi une émulsion très-évidente, tandis qu'il était resté solide dans les gros conduits. En pilant le tissu de l'organe dans un mortier et en y ajoutant de l'eau, on obtenait un liquide émulsif ayant absolument l'apparence du lait. L'autopsie ne montra pas, du reste, des caractères bien évident de péritonite.

5°. Sur un autre chien de taille moyenne, à la fin de la digestion, on fit l'expérience un peu différemment, afin d'éviter la distension trop considérable du pancréas. On fixa sur le conduit pancréatique un tube d'argent, comme pour recueillir le suc sécrété, puis on injecta par le tube, après avoir replacé l'organe dans le ventre, 4 centimètres cubes d'huile d'olive en trois fois, et l'on boucha l'extrémité du tube pour empêcher l'injection de sortir. Chez cet animal, l'injection d'huile parut douloureuse.

Une heure après la première injection d'huile, on en fit une seconde de 5 centimètres cubes de la même substance, et on laissa cette fois-ci le tube débouché. Aussitôt après cette deuxième injection, l'animal parut abattu et plus triste que dans les cas précédents.

Le lendemain le chien était mort, et le bas-ventre présentait les signes d'une péritonite très-violente.

6°. Sur un jeune chien (de trois à quatre mois environ), à la fin de la digestion, on injecta 7 centimètres cubes d'axonge fondue. Aussitôt après l'opération, l'animal ne parut pas malade, mais quelque temps après il eut des vomissements bilieux. Le lendemain, le chien était mort, et l'autopsie montra des signes de péritonite médiocrement intense.

7°. Sur une chienne de moyenne taille et bien portante, on injecta par le conduit pancréatique d'abord un peu de beurre, puis du suif : l'opération ne présenta aucune particularité; mais, deux jours après, l'animal mourut d'une péritonite violente.

8°. Sur un petit chien on fit une injection de jaune d'œuf dans le conduit pancréatique; deux jours après, l'animal était mort également de péritonite.

9°. Sur un chien vieux, bien portant quoiqu'il eût une maladie de la peau, on injecta 4 centimètres cubes environ de suif de mouton récent. Immédiatement après, l'animal ne parut pas malade. Les conduits pancréatiques ne furent liés ni l'un ni l'autre, et la graisse ne s'écoula pas au dehors à cause de sa solidification immédiate dans les conduits.

Le lendemain, le chien but un peu de lait. Trois jours après, l'animal commença à manger un peu de viande. Le septième jour, il en mangea davantage et parut moins malade; il rendit des excréments qui étaient moins colorés qu'à l'ordinaire.

Le onzième jour, le chien ne paraissait plus malade, la plaie du ventre était entièrement cicatrisée. Mais ses excréments, toujours très-blancs, offraient des parties comme graisseuses non digérées, et l'on trouva même des morceaux de tripe parfaitement reconnaissables qui n'avaient subi qu'un commencement de digestion très-imparfaite. Une partie de ces excréments blancs de l'animal ayant été desséchés présentèrent à leur surface des matières graisseuses qui tachaient le papier joseph. Les excréments du même chien, avant l'opération, ne présentaient pas ce phénomène, bien qu'il fût soumis au même régime alimentaire, qui était composé d'un mélange de tête de mouton cuite et de tripes.

Le douzième jour, on donna à manger au chien une côtelette de porc frais rôtie et contenant beaucoup de graisse. Déjà, la veille, l'animal avait reçu la même nourriture; dans la journée il rendit des excréments toujours décolorés, mais offrant quelques stries sanguinolentes dans les dernières portions d'excréments rendues. Les matières étaient comme luisantes et enduites d'une matière grasse. Autour de ses excrémens, le chien rendait une partie liquide, huileuse, transparente; bientôt, par le refroidissement, cette couche huileuse se figeait et enveloppait les excréments qui avaient été rendus comme s'ils eussent été entourés d'une espèce de bain d'huile. On reconnaissait également dans les matières fécales des parties alimentaires incomplétement digérées.

Le treizième jour, l'animal était toujours dans le même état, il était vorace; on lui donna à manger des pommes de terre qui, après avoir été

cuites à l'eau, furent mélangées avec de la graisse de porc. Les excréments rendus ce jour-là présentaient les mêmes caractères que la veille.

Le quatorzième jour, on donna encore à l'animal des pommes de terre cuites avec de la graisse de porc. Les excréments rendus contenaient énormément de graisse fluide qui se figeait autour d'eux par le refroidissement. Seulement cette graisse présentait une coloration légèrement jaunâtre due à la bile. Les excréments étaient toujours décolorés et semblables à de l'argile; mais ils avaient offert une odeur putride et acide à la fois, très-désagréable lorsque l'animal était nourri avec de la viande, tandis que, depuis l'alimentation aux pommes de terre, ils étaient devenus inodores. On reconnaissait, du reste, par l'inspection des excréments des morceaux de pomme de terre non digérés et se colorant en bleu quand on versait sur eux de la teinture d'iode.

Le quinzième jour, le chien était toujours dans le même état; quoique très-vorace, il avait cependant maigri considérablement. Il rendait toujours des excréments présentant les mêmes caractères, c'est-à-dire étant toujours entourés d'une grande quantité de graisse pure, seulement colorée par la bile, et composés d'un grand nombre de fragments de pommes de terre avec le même aspect qu'au moment où ils avaient été ingérés. On examina les excréments en les faisant bouillir avec de l'eau; pendant la cuisson ils exhalaient une odeur de graisse rance très-désagréable, qui ne ressemblait en rien à l'odeur ordinaire des excréments de chien. Le liquide dans lequel ils étaient bouillis était très-acide, et l'on reconnaissait dans le fond du vase une grande quantité de fragments de pommes de terre qui n'avaient subi aucune altération. Cependant il devait y en avoir eu une certaine proportion qui avait été digérée, à en juger par du sucre de glucose dont on constata très-distinctement la présence dans le liquide intestinal. On remarqua en outre, dans les excréments, des portions tendineuses et cartilagineuses, non digérées, qui étaient contenues dans de la tête de mouton que l'animal, ce jour-là, avait mangée avec ses pommes de terre.

Le seizième et le dix-septième jour, l'animal mangea de la soupe au pain et de la viande crue contenant de la graisse. A dater de ce jour, les excréments n'eurent plus la même apparence, ils devinrent plus colorés qu'à l'ordinaire, ils continrent beaucoup moins de graisse, et le chien parut plus vif qu'à l'ordinaire.

Du dix-huitième au vingt-deuxième jour, l'animal resta à peu près dans le même état, et l'on ne fit pas de remarques importantes, si ce n'est que sa voracité avait diminué. Ses excréments, quoique plus colorés qu'autrefois,

étaient cependant toujours grisâtres et onctueux comme de l'argile; mais ils contenaient beaucoup moins de graisse. Ils étaient, en outre, toujours recouverts par quelques stries sanguinolentes. Toutefois, par l'ensemble de ces phénomènes, on voyait que l'animal avait de la tendance à retourner vers l'état normal.

Le vingt-troisième jour, pendant la digestion d'aliments composés de tripes et de viande contenant de la graisse, l'animal fut sacrifié par la section du bulbe rachidien. On ouvrit aussitôt l'abdomen et l'on constata qu'il existait des vaisseaux chylifères remplis d'un chyle blanc, et s'étendant depuis le commencement du duodénum jusque dans l'intestin grêle : on recueillit dans le canal thoracique du chyle qui présentait ses caractères ordinaires.

On ouvrit alors le canal intestinal dans toute son étendue et l'on constata ce qui suit relativement à son contenu et à son aspect intérieur :

a. L'estomac était rempli d'aliments en partie ramollis et offrant une réaction acide; les parois de l'estomac étaient sans altérations.

b. Le duodénum n'offrait non plus aucune particularité remarquable; à sa surface interne on voyait des matières alimentaires dans lesquelles se trouvait de la graisse en partie émulsionnée.

c. L'intestin grêle renfermait des matières jaunâtres comme celles contenues dans le duodénum; seulement, vers la fin de l'iléum, elles prenaient un aspect grisâtre. La réaction de l'intestin grêle était nettement alcaline, ce qui est l'inverse de l'état ordinaire chez les chiens soumis à la même alimentation. Dans le cœcum les matières étaient devenues comme pâteuses et prenaient cet aspect de terre glaise ou argileux qu'elles conservaient dans le gros intestin; les excréments étaient comme bleuâtres et d'une odeur très-désagréable, ainsi qu'il a été signalé.

La membrane muqueuse de l'intestin grêle ne paraissait pas altérée profondément, seulement elle semblait plus sèche que dans l'état ordinaire, et l'on y remarquait, vers la partie inférieure de l'iléum, des sortes d'érosion ou de vergetures; mais dans le gros intestin et dans le cœcum, on observait une véritable exsudation sanguine à la surface de la membrane muqueuse en même temps qu'on y voyait des petites ulcérations.

d. Le pancréas était considérablement diminué de volume et comme aplati, aussi bien dans sa portion horizontale que dans sa portion verticale. Le conduit pancréatique principal était, au contraire, dilaté, et il présentait, de distance en distance, un certain nombre de grumeaux semblables à du lait coagulé qui n'obstruaient pas complétement la lumière du conduit. On reconnaissait facilement cette matière blanchâtre pour être for-

mée par du suif altéré, présentant au microscope des cristaux en forme de longues aiguilles. Le tissu du pancréas était ainsi atrophié dans une grande étendue de sa portion transversale et dans l'extrémité inférieure de sa portion verticale, tandis que ses conduits ne l'étaient aucunement. Mais dans le milieu de l'organe il était resté une portion saine dont la couleur était celle du tissu pancréatique normal. En outre, on constata dans les conduits, et particulièrement dans le petit canal qui provenait de cette portion restée saine, une certaine quantité de suc pancréatique qui pouvait librement parvenir à l'intestin. J'ai fait figurer ce pancréas, dont les deux tiers au moins avaient été détruits ; et il est représenté dans la *Pl.* 9. (*Voyez* cette figure et l'explication de la planche.)

e. Le foie paraissait sain, seulement la vésicule du fiel était vide et le conduit cholédoque était plus dilaté qu'à l'ordinaire. La décoction du foie contenait beaucoup de sucre.

10°. Sur un petit chien on injecta dans le conduit pancréatique environ 2 centimètres cubes de suif fondu, après quoi l'on cassa le conduit pancréatique sans le lier; l'opération ne fut suivie d'aucun accident immédiat. Deux jours après, le chien parut malade et sembla être sous l'influence d'une péritonite violente. Sa respiration était profonde; il but de l'eau qu'il vomit immédiatement. La plaie offrait un très-mauvais aspect.

Le troisième jour, l'animal allait mieux; il prit un peu de lait sans le vomir, et la plaie offrait un aspect un peu meilleur. Toutefois l'animal rendait des excréments sanguinolents.

Le sixième jour, le chien commença à manger et les jours suivants il allait de mieux en mieux, et au neuvième jour il s'écoula de la plaie une très-grande quantité de pus qui sembla provenir de la rupture d'un abcès intra-abdominal. Le chien était devenu plus vif et commençait à manger. On lui donna à manger une côtelette de porc frais très-grasse.

Vers le dixième jour, une grande voracité se manifesta. La plaie était en voie de cicatrisation. L'animal rendit des excréments durs et en petite quantité, colorés comme à l'ordinaire et n'offrant rien de remarquable, si ce n'est un peu de sang à leur extérieur. Ces excréments étaient probablement anciens et dataient de quelques jours; car bientôt après le chien rendit des excréments offrant un tout autre caractère : ils étaient décolorés, très-secs à leur intérieur et luisants, humides et recouverts d'une substance huileuse. Après leur émission, les excréments en se refroidissant perdaient cet aspect luisant, parce qu'il était dû à de la graisse liquéfiée par la chaleur du corps et qui ensuite s'était figée par le refroidissement.

Le onzième jour, on donna encore une côtelette de porc frais que l'animal mangea avec avidité; les excréments rendus étaient, comme ceux de la veille, décolorés, argileux et sanguinolents dans quelques points de leur surface, et ils répandaient une odeur très-désagréable.

Le douzième jour, l'animal mangea 100 grammes de lard; les excréments rendus étaient du même aspect que la veille et offraient cet aspect argileux grisâtre particulier déjà signalé.

Le treizième et le quatorzième jour, le chien, toujours vorace, mangea des substances contenant beaucoup de graisse, savoir du lard et des côtelettes de porc frais; les excréments rendus étaient un peu plus colorés que ceux des jours précédents. Les jours suivants, malgré qu'on continuât l'alimentation fortement graisseuse, les excréments changèrent de nature et reprirent leur apparence normale. Le chien devint moins vorace, plus vif et reprit l'embonpoint qu'il avait perdu momentanément.

Ce chien, ayant ensuite servi à une fistule gastrique, a été conservé pendant environ un mois et demi, et pendant tout ce temps il présenta toutes les apparences de la santé la plus parfaite. A cette époque seulement on fit son autopsie, et l'on constata que son pancréas n'avait été détruit qu'en partie à ses deux extrémités; la portion moyenne avait conservé son aspect ordinaire, et le conduit, dans sa portion qui se rendait plus spécialement dans la branche horizontale du pancréas, était un peu dilaté, mais du reste parfaitement libre, et n'offrant aucun obstacle à l'écoulement du suc pancréatique dans l'intestin. Il est donc probable que c'est seulement pendant l'inflammation et l'obstruction des conduits du pancréas que l'animal avait présenté les symptômes signalés plus haut.

On voit que les chiens qui font le sujet des deux dernières observations ont offert la présence de la graisse non digérée dans leurs excréments parmi les symptômes auxquels avait donné lieu la destruction du pancréas. On avait, afin de rendre ce symptôme plus évident, ajouté une assez forte proportion de graisse à leurs aliments. On a vu pourtant chez le chien de l'expérience 10^{e} que, malgré cet excès de graisse, les excréments reprirent leurs caractères normaux vers les derniers temps, lorsque l'animal revenait vers l'état normal. Cependant il aurait pu arriver que la graisse en trop grande quantité eût échappé à la digestion, car chez un chat qui avait mangé de la graisse pure (du lard) depuis deux ou trois jours, j'avais trouvé dans le gros intestin et dans le cœcum une grande quantité de graisse non digérée.

C'était afin d'avoir un terme de comparaison dans les expériences précédentes, et pour me mettre à l'abri de causes d'erreurs de ce genre, que j'ai

soumis un chien de taille moyenne à la même alimentation graisseuse, et j'examinais comparativement ses excréments avec ceux des chiens des expériences 9e et 10e. On continua cette alimentation pendant cinq jours, et les excréments rendus par l'animal pendant ce temps étaient colorés fortement en brun, sans aucune strie sanguinolente et présentant tous les caractères des excréments ordinaires de chien à l'état de santé. En faisant bouillir les excréments dans l'eau, il ne surnageait point de graisse à la surface, comme nous l'avons vu pour les chiens qui avaient reçu une injection destructrice dans le pancréas.

Cette méthode d'opérer en détruisant le pancréas par des injections dans son tissu est le moyen le plus convenable pour supprimer l'organe pancréatique. Seulement il faudrait trouver une substance qui ne produisît pas de péritonite aussi facilement que la graisse. J'ai essayé dans ce but d'autres injections faites dans les conduits pancréatiques avec de l'air, du sang ou de l'éther, etc. J'ai voulu chercher à perfectionner cette méthode d'opération parce que je suis convaincu que c'est là le procédé classique qu'il faudra employer pour détruire le pancréas et juger ainsi de ses fonctions par les troubles que sa destruction produit.

Sur un chien de taille moyenne, et à jeun depuis vingt-quatre heures, j'ai injecté par le gros canal pancréatique de l'air avec une seringue. Mais je me suis aperçu aussitôt qu'une grande partie de l'air passait dans le duodénum, et ce passage s'opérait avec la plus grande facilité par l'anastomose entre le grand et le petit conduit pancréatique. Alors je cherchai le petit canal et j'en fis la ligature, après quoi je recommençai l'injection d'air dans le pancréas, et j'injectai dans cet organe 30 centimètres cubes d'air. Le pancréas se gonfla, devint comme emphysémateux; et je vis en même temps une grande quantité de l'air ainsi poussé dans le conduit pancréatique passer par grosses bulles dans les veines du pancréas et aller ainsi dans la veine porte. Le conduit pancréatique fut lié pour empêcher l'air de sortir, le pancréas fut rentré dans l'abdomen et la plaie cousue comme à l'ordinaire. (J'ai vu souvent que les injections poussées dans les conduits pancréatiques passent non-seulement dans les veines, mais aussi dans les vaisseaux lymphatiques.)

L'animal supporta bien cette opération; quelques jours après il était remis, et le pancréas avait repris ses fonctions, parce que l'injection d'air n'avait produit qu'une inflammation passagère.

Sur un autre chien de taille moyenne, et à jeun depuis deux jours, j'ai isolé le gros conduit pancréatique, après quoi je l'ai ouvert. Alors j'ai aspiré avec

une seringue du sang dans la veine jugulaire du même animal, et j'en ai injecté aussitôt 30 centimètres cubes dans le pancréas avant qu'il ait eu le temps de se coaguler. Le pancréas devint aussitôt dur et gorgé de sang. Cette injection parut douloureuse, l'animal devint triste et mourut bientôt. Dans une autre expérience, j'injectai une bien moindre quantité de sang, et l'animal ne mourut pas. Mais la destruction du pancréas que j'avais espérée par la coagulation du sang dans les canaux ne fut pas complète.

J'ai encore injecté de l'éther dans le pancréas. On produit ainsi quelquefois l'éthérisation. Il en résulte souvent une inflammation de l'organe, mais pas une véritable destruction. J'ai essayé aussi une injection de suif dans de l'éther, afin que la graisse dissoute restât dans l'organe après l'évaporation de l'éther. Quand l'injection est faite en petite quantité, elle réussit assez bien ; mais quand on en injecte trop, la mort survient aussi avec les symptômes de péritonite.

Il faut donc encore faire des essais pour régler convenablement l'injection de graisse ou pour trouver une autre substance qui produise la destruction du pancréas. Jusqu'à présent, c'est le suif frais injecté en petite quantité qui m'a le mieux réussi.

Les symptômes observés chez les chiens dans les circonstances où le pancréas a été détruit, offrent les traits de ressemblance les plus frappants avec les symptômes qui surviennent chez l'homme à la suite des affections du pancréas, ainsi qu'on le verra dans ce qui va suivre.

3°. *Affections du pancréas chez l'homme.* — Depuis longtemps on avait signalé chez l'homme la présence de matières grasses dans les excréments en rapport avec certaines maladies du tube digestif. Il s'agit actuellement pour nous de savoir si le symptôme de la présence de la graisse dans les excréments, dont nous venons de constater l'existence chez les animaux auxquels on a détruit le pancréas, se trouve lié chez l'homme à des altérations morbides du même organe, et si, en un mot, ce symptôme peut caractériser les maladies du pancréas.

Il existe déjà un certain nombre de cas dans la science qui sont propres à donner cette démonstration, et depuis l'apparition de mon premier Mémoire, l'attention a été attirée sur les symptômes des maladies du pancréas, et plusieurs travaux ont été publiés sur ce sujet. Je citerai ici une thèse d'un de mes amis et de mes élèves, M. le Dr Moyse (1). M. le Dr Eisenmann a

(1) D. Moyse, *Étude historique et critique sur les fonctions et les maladies du pancréas.* Paris, 1852.

également rassemblé et publié dans les Annales de Médecine de Prague (1) sept observations des maladies du pancréas, à la suite desquelles l'autopsie permit de constater une destruction plus ou moins complète de la glande. Dans toutes ces observations, la maladie était surtout caractérisée par un amaigrissement considérable. L'examen des selles montra dans les fèces une grande quantité de matières grasses de l'alimentation.

Nous allons signaler quelques observations recueillies chez des malades, afin qu'on puisse comparer les symptômes observés chez l'homme avec ceux que nous avons produits chez le chien par la destruction du pancréas, et qu'on saisisse mieux les traits frappants de ressemblance qu'ils présentent.

Première observation (2). — M. A. B., âgé de quarante-huit ans, mourut le 17 avril 1832; il avait été pendant longtemps sujet à des symptômes de dyspepsie. En juin 1831, il eut quelques symptômes d'ictère; mais c'est vers le milieu de l'année 1832 qu'on observa pour la première fois, dans les matières fécales, une matière huileuse ou graisseuse, jaune foncé, de la consistance du beurre. Cette matière surnageait, se figeait à la surface de l'eau, comme du suif ou de la graisse fondue; elle se fondait à une chaleur modérée, était très-combustible et brûlait avec une flamme d'un bleu vif. Quand elle sortait des intestins, elle était presque fluide; mais, à mesure qu'elle se refroidissait, elle prenait la consistance du beurre, et quelquefois celle de la cire; elle continua à sortir pendant sept semaines avec plus ou moins d'abondance. Un jour cette graisse couvrit à peu près tout le fond du vase de nuit; elle n'offrait pas une surface plane exactement comme si c'eût été de la graisse que l'on aurait coulée à l'état liquide. Parfois elle était mêlée aux matières fécales; ordinairement les matières étaient distinctes. Elle variait tantôt de couleur, de consistance; pourtant sa coloration habituelle était jaune. Quand cette matière était mélangée aux évacuations alvines, elles devenaient d'une coloration plus foncée, mais elles ne présentaient jamais celle des matières fécales colorées par la bile et excrétées par un individu sain. Quand la matière grasse n'apparaissait plus, les garderobes devenaient pâles, couleur terre de pipe; mais elles reprenaient toujours leur coloration foncée, à l'apparition de la matière grasse. Dans la dernière semaine de la vie du malade, il n'y avait plus de matière grasse,

---

(1) *Zur Pathologie des Pankreas. — Vierteljahreschrift für die praktische Heilk.* 1853.

(2) *Discharge of fatty matter from the bowels and contracted state of the duodenum;* by E. A. Lloyd, cité par Elliotson (*Medico-chirurgical Transactions of London*, tome XVIII, année 1833).

et pendant tout ce temps, les garde-robes reprirent leur couleur blanche terre de pipe.

Quelle était la source de la matière grasse? Le médecin anglais avoue qu'il est impossible de le dire avec certitude; pourtant lui et le Dr Gutterbluck pensent que c'est une sécrétion morbide du foie. Deux autres médecins, qui avaient vu le malade, étaient aussi du même avis.

Autopsie. — Immédiatement au-dessous du pylore, on trouva une tumeur dure, formée principalement par une partie du duodénum, par la tête du pancréas, par quelques glandes absorbantes, et par du tissu cellulaire condensé. Le duodénum avait contracté avec le conduit cholédoque une si grande adhérence, qu'il était impossible d'y introduire la plus petite pipette. La plus grande portion malade était la partie postérieure de l'intestin, celle qui est en connexion avec la tête du pancréas. Aucune altération ne fut observée dans le reste du canal alimentaire.

Le pancréas, dans cette partie qui était en rapport avec le duodénum, avait subi un léger degré d'induration, comme s'il eût été enflammé. *Son conduit, à sa terminaison au duodénum, était complétement bouché* (*its duct was completely obstructed*) (1). Dans le reste de son étendue, le conduit était plus large qu'à l'état ordinaire, et contenait un fluide, d'une teinte jaune, ressemblant un peu à la matière grasse au moment où elle sortait de l'intestin; elle s'échappa au moment où le conduit fut ouvert, ce qui empêcha de l'examiner plus particulièrement.

Le foie était plus grand, et son bord dépassait de beaucoup le cartilage des côtes; la vésicule biliaire était distendue.

La structure du foie n'avait pas subi d'altération remarquable. Le Dr Lloyd ajoute que ceci rend compte du peu de trouble de la circulation et de l'état général pendant la durée de la maladie.

Les autres viscères étaient sains.

Deuxième observation (2). — W. P., âgé de quarante-cinq ans, fut admis à l'hôpital Saint-Thomas. Quelque temps après son admission, il s'était plaint de vives douleurs dans l'abdomen et dans le dos; il eut la diarrhée. Les douleurs ressenties pendant la défécation étaient bornées au côté gauche, et s'étendaient de la dernière côte à la région iliaque. Bientôt elles devinrent

(1) La pièce est conservée au Musée Saint-Barthélemy à Londres, et M. Paget mentionna le fait dans son *Manuel de Physiologie*, comme un argument qui pouvait faire penser que le pancréas digère la graisse. *Hand-Book of Physiology*, page 233.

(2) Dr Elliotson, *On the discharge of fatty matter* (*Medic.-chirurg. Trans. London* obs. 12).

très-vives dans la portion dorsale de la colonne vertébrale; quelquefois, surtout vers l'abdomen, elles étaient intolérables, et malgré l'administration de quelques grains d'opium, elles étaient constantes. Il était courbé en deux dans son lit, position qui semblait lui procurer du soulagement.

Ses garde-robes étaient souvent pâles; le docteur anglais y découvrit une certaine quantité d'une substance jaune, comme une huile concrète; mise sur le feu, elle brûlait avec une flamme vive. Le malade continua à rendre plus ou moins de ces matières jusqu'à la mort. Quelquefois pourtant on n'apercevait pas de matière grasse; d'autres fois, elle s'écoulait involontairement en grande quantité.

Au moment de la sortie de l'intestin, elle était liquide, et après elle se figeait sur les matières fécales; dans une autre occasion, on trouva du sang mélangé aux substances huileuses.

Après sa mort, sa femme fit connaître que longtemps avant il avait eu des hémorragies intestinales pendant douze mois, qu'une matière comme du beurre se montra dans ses garde-robes, puis que la perte du sang cessa.

La quantité de graisse, disait-elle, était énorme, surpassait de beaucoup celle qu'on voyait au moment de son admission à l'hôpital, et ce n'est qu'après que l'hémorragie fut remplacée par la déjection huileuse qu'il s'est plaint de douleurs.

Les Drs Prout et Furrhadouy ont été convaincus de la nature huileuse de cette substance. Le premier n'a pas pu distinguer de différence entre elle et la matière grasse humaine séparée des membres par la chaleur.

Quoique les douleurs eussent cessé au commencement d'avril, la quantité de graisse rendue devint énorme (*inconsiderable*); il mourut complétement épuisé, le 15 avril.

Autopsie. — Tous les intestins étaient d'une couleur jaunâtre et graisseuse, comme s'ils avaient été plongés dans de l'huile. De nombreux points noirs existaient sur quelques parties de la membrane muqueuse, comme ceux que l'on remarque fréquemment après la fièvre et la diarrhée chronique.

Le canal alimentaire ne présentait aucune autre altération; le foie était sain (*the liver was healthy*); la vésicule biliaire remplie de bile épaisse et noire. *Le conduit pancréatique et ses plus grandes branches étaient remplis de calculs blancs.*

Les reins étaient sains, les poumons tuberculeux.

Troisième observation (1). — Un homme de quarante ans avait vu ses

(1) *Anatomical museum of the Boston Society*, page 147; 1847. Extrait des *Archives de Médecine*, tome XIX, page 215.

forces diminuer par des hémorragies intestinales dans les treize dernières années de sa vie.

Dans les trois dernières surtout, ces hémorragies, qui avaient été très-graves, s'étaient accompagnées d'une grande sensibilité à l'épigastre, et avaient alterné avec la diarrhée; les fonctions de l'estomac s'exécutaient d'une manière satisfaisante. Au mois de décembre 1836, après avoir travaillé toute la journée dans une cave humide, cet homme fut pris de symptômes fébriles, de douleurs et de constipation opiniâtre, suivie, quelques jours après, de diarrhée. Les évacuations alvines ne contenaient pas de bile, mais seulement une grande quantité de sang, et la sensibilité à l'épigastre était excessive. Quinze jours après, on nota pour la première fois l'existence de matières grasses dans les fèces.

Depuis cette époque, on les y rencontra toujours jusqu'au mois de mai, où elles disparurent totalement. Il résulta des renseignements donnés par le Dr Gould, que le malade avait environ dix garde-robes par jour, lesquelles contenaient une substance huileuse, transparente, qui se coagulait cinq minutes après, et formait une couche dure à la surface.

En examinant le matin le vase de nuit, après cinq ou six garde-robes, on apercevait au-dessus d'elles une couche de 1 pouce d'épaisseur, qui avait tout à fait la consistance et l'aspect de la graisse coagulée sur le bouillon de bœuf. Le malade avait remarqué que depuis six semaines il rendait au moins une demi-livre de cette substance par jour; mais ce qui était positif, *c'est qu'il n'avait ces garde-robes graisseuses que lorsqu'il prenait du bouillon gras ou qu'il mangeait de la viande cuite dans les matières grasses.* S'il s'en abstenait, les garde-robes changeaient d'aspect vingt-quatre heures après; elles recommençaient s'il reprenait l'alimentation des matières grasses. Après la disparition des phénomènes fébriles, cet homme put reprendre son travail; mais la douleur et la sensibilité continuèrent et revinrent par accès tous les huit jours, l'appétit ne tarda pas à se perdre, enfin les garde-robes commencèrent à se décolorer, et dans les cinq derniers mois de la vie, le malade présenta une coloration ictérique très-prononcée.

Vers la fin d'août, on constata l'existence d'une tumeur douloureuse, située à la région épigastrique et dans l'hypocondre droit, et qui s'étendait jusque près de l'ombilic; le malade continua à se lever jusqu'à la mort. Le 16 septembre, il tomba dans le coma et mourut le lendemain.

Autopsie. — L'autopsie montra une tumeur volumineuse et fluctuante, de forme ovalaire, située au-dessus du lobe droit du foie, avec lequel elle avait contracté des adhérences intimes; elle était placée entre les intestins

et la paroi postérieure de l'abdomen, dépassait un peu à gauche la colonne vertébrale, et avait au devant d'elle le duodénum qui la contournait; elle contenait de 10 à 14 onces d'un liquide séro-sanguinolent, sans caillots, peu visqueux, sans apparence de matière grasse.

Elle mesurait 4 pouces sur 4; ses parois avaient de 1 à 3 lignes d'épaisseur, étaient membraneuses, charnues, rougeâtres; on n'y trouvait plus aucune trace du tissu normal du pancréas, cependant elle était évidemment formée par cet organe. Elle contenait de très-petits calculs, semblables à ceux que l'on rencontre ordinairement dans les ramifications du pancréas, et deux de ces petits calculs de 3 à 4 lignes de diamètre, rugueux à la surface, oblitéraient complétement l'ouverture du canal pancréatique dans le duodénum. Ils étaient composés de carbonate de chaux. Le reste du pancréas, c'est-à-dire l'extrémité gauche de l'organe, avait 2 pouces de long, était rétractée, très-dure; le canal pancréatique de cette partie de la glande s'ouvrait dans la cavité du kyste.

Quatrième observation (1). — Un commis, âgé de quarante-neuf ans, sobre et d'une vie régulière, fut pris en mars 1827 des symptômes de diabète; je passe tout ce qui ne se rapporte pas au symptôme qui nous occupe. Le 28, le malade commença à rendre par l'anus une grande quantité de matière graisseuse, jaunâtre, ressemblant beaucoup à du beurre qui se serait figé après avoir été fondu; cette évacuation suivait celle des excréments. Le 31, il n'y avait plus d'évacuations graisseuses, mais la faiblesse et l'émaciation firent des progrès rapides, le caractère des évacuations devint mauvais.

Le 8 janvier, les selles graisseuses reparurent; le malade vécut toutefois jusqu'au 1er mars, et mourut dans un épuisement complet.

Autopsie. — L'abdomen contenait plus d'une pinte d'un liquide couleur très-foncée. La vésicule biliaire était distendue par de la bile très-noire; le fond de cette poche faisait saillie en avant quand on enleva les parois abdominales. Le foie offrait une couleur olive très-foncée, due à l'imprégnation de la bile. Les conduits biliaires étaient considérablement dilatés; le conduit cholédoque était assez large pour admettre facilement le petit doigt. Sa surface interne offrait un aspect alvéoliforme ou réticulé et se terminait en cul-de-sac dans la substance altérée du pancréas.

La tête du pancréas, réunie aux glandes voisines, formait une masse globulaire dure, autour de laquelle tournait le duodénum, et à laquelle cet

(1) Bright, *Cases and observations connected with disease of the pancreas and duodenum*.

intestin, ainsi que le pylore, était solidement adhérent. En deux endroits où le pancréas et le duodénum étaient agglutinés ensemble par la maladie, se trouvaient deux ulcérations à bords durs et squirrheux, intéressant toute l'épaisseur de l'intestin ; l'une d'elles était de la grandeur d'un schelling, et l'autre n'était pas plus large qu'une pièce de deux sous. Le pancréas était dur et cartilagineux au toucher ; il offrait une couleur jaune et brillante. En incisant le foie, on obtenait une surface qui ressemblait à un beau porphyre vert foncé et grenu ; les conduits biliaires dilatés étaient remplis de bile, qui s'en échappait quand on les incisait.

L'estomac était légèrement injecté.

La rate n'avait subi aucune altération de texture ; mais sa surface extérieure était rouge, inégale par des dépositions cartilagineuses. Les intestins étaient à peu près à l'état normal ; ils avaient perdu de leur transparence, et leur tunique interne était pâle.

Les reins paraissaient sains à l'extérieur ; mais la substance tubuleuse était hypertrophiée, et dans quelques-uns des tubes s'était déposée de la fibrine ou une matière calculeuse (1).

Cinquième observation. — Une femme, âgé de cinquante ans, entra à l'hôpital le 19 novembre 1828. Sa peau était fortement colorée en jaune ; elle était considérablement amaigrie ; ses selles étaient de la couleur de l'argile ; elle éprouvait de temps en temps de vives douleurs dans les intestins ; son urine était colorée d'une matière remarquable par la bile. Trois mois auparavant, elle avait ressenti dans l'abdomen des douleurs violentes accompagnées de diarrhée ; les aliments étaient rendus sans être digérés. Les douleurs n'avaient pas cessé de revenir par intervalles lorsqu'elle entra à l'hôpital ; la pression les diminuait. A cette époque, la peau était jaune depuis six semaines.

Quelques jours après, le Dr Bright remarqua que les selles étaient couvertes de petites masses graisseuses, arrondies, plus grosses que des pois ; il les attribua à une dose d'huile de ricin que la malade avait prise, mais celle-ci affirma qu'elle avait rendu des matières semblables sans avoir pris d'huile. Elle languit jusqu'au 16 février de l'année suivante.

Autopsie. — Émaciation générale, mais moins avancée que dans beaucoup d'autres cas.

En plaçant la main auprès du pylore, on sentait une tumeur dure, de la grosseur d'un œuf de poule. Cette tumeur était constituée non par les

(1) *London medic.-chirurg. Trans.*, tome XVIII.

glandes voisines, mais par la tête du pancréas, qui formait une masse presque cartilagineuse, jaune, semblable à un pis de vache bouilli. Son tissu était uniformément dur et résistant; tout le reste du pancréas participait à cette altération, mais en moindre degré. La tête du pancréas était unie d'une manière inséparable avec le duodénum; la surface interne de cet intestin était inégale et ulcérée.

L'ulcération avait causé l'érosion de toutes les tuniques. Cette surface, dans l'endroit correspondant au pancréas, était ramollie et légèrement jaune, et communiquait avec la tumeur même, qui, dans cet endroit, était ramollie et suppurait dans une étendue de la longueur d'une petite châtaigne. Au milieu de l'ulcération, un petit corps faisait saillie comme un mamelon, c'était l'orifice du canal cholédoque; ce canal était encore perméable.

Le foie avait son volume normal; il contenait plusieurs tubercules arrondis répandus çà et là, de la grosseur d'un grain de riz à celle d'une noix muscade; son tissu en général était sain, un peu mou.

La membrane muqueuse de l'estomac était comme spongieuse, d'une texture rougeâtre. Les intestins n'offraient rien de digne d'être noté. La rate était molle, mais saine. Les reins étaient gros et flasques (1).

SIXIÈME OBSERVATION. — Jane Davis, âgée de vingt et un ans, entra à l'hôpital, le 13 juillet 1831, avec un œdème des extrémités inférieures; il y avait aussi un peu d'eau dans l'abdomen. Sa physionomie exprimait la souffrance, ses lèvres étaient de couleur pourpre, ses joues un peu jaunes. Cette femme avait vécu assez irrégulièrement.

Le 14, évacuation abondante, spontanée, de consistance pultacée, avec absence marquée de bile, et fétide. A la surface du vase de nuit, et surtout vers les bords, on voyait une écume semblable à une couche mince de graisse qui se serait rassemblée et figée; la portion la plus liquide dans le vase était légèrement teinte de sang, quelques portions parurent purulentes.

L'embonpoint diminua de plus en plus; les selles continuèrent à être copieuses, fétides, d'une couleur d'argile, et recouvertes de pellicules de graisse. La malade mourut le 19 du même mois.

Autopsie. — Tout le corps était manifestement coloré par la bile. On trouva dans l'intérieur des intestins des excroissances fongueuses et des ulcérations qui étaient répandues à intervalles inégaux, depuis le pylore jusqu'au côlon. Les reins étaient sains, l'utérus aussi.

---

(1) *Archives générales de médecine*, tome IV; 1834.

Le pancréas était malade. Il formait une masse dure située près de la tête de l'organe, puis une portion de sa substance était saine; il présentait une autre tumeur également dure près de la rate, et enfin il se terminait par une portion saine peu étendue : de telle sorte que le pancréas était occupé par deux tubercules fongoïdes, qui intéressaient les deux tiers de sa substance. Ces masses dégénérées avaient fait disparaître la disposition lobulaire de la glande (1).

SEPTIÈME OBSERVATION (2). — *Évacuations graisseuses accompagnées d'altération du pancréas* (3). Henriette M., âgée de cinquante-sept ans, souffrait depuis quelques années de continuels dérangements dans les fonctions du foie, et de temps en temps elle éprouvait de vives douleurs causées par des concrétions biliaires. Vers le milieu de septembre 1850, on remarqua pour la première fois dans son urine des masses graisseuses jaunes, exactement semblables, pour la couleur, la consistance et l'aspect général, au beurre salé jaune; elles surnageaient, comme de petits grumeaux solides, à la surface de l'urine une fois refroidie. Des observations subséquentes firent voir que la matière graisseuse ne se trouvait pas seulement dans l'urine, mais que toutes les évacuations en contenaient plus ou moins; d'ailleurs sa présence dans l'urine était due à une émission par le rectum, émission qui avait lieu, sans que la malade en eût conscience, chaque fois qu'elle avait besoin d'uriner, quoiqu'il n'y eût en même temps aucune sortie de matières fécales. Peu de temps après, la matière coula des intestins sans interruption, imprégnant son linge et ses draps; elle était d'une odeur infecte et passait très-abondante avec chaque évacuation, fluide, pâle, nauséabonde, flottant à la surface et formant une couche solide à mesure qu'elle se refroidissait. On peut évaluer à huit ou neuf onces la quantité évacuée en certains jours. Les médicaments, les modifications du régime furent impuissants pour arrêter les déjections de graisse.

Le 21 janvier, huit heures après la mort, on procéda à l'autopsie. Quand on eut ouvert la cavité de l'abdomen, écarté le mésentère et enlevé les intestins, on aperçut une petite tumeur de la grosseur d'un œuf de poule, enveloppée d'un tissu graisseux, située entre le côté gauche de l'estomac et la tête de la rate et attachée à l'extrémité du pancréas.

En perçant cette tumeur, on vit que c'était un kyste contenant une ma-

(1) *Archives générales de médecine*, tome IV; 1834.

(2) Cette observation m'a été communiquée par mon ami M. le Dr Pavy, de Londres.

(3) Observation de M. Alfred Clark, rapportée par le *Lancet* du 15 août 1851, page 152.

tière d'un brun chocolat foncé, jaune au centre et présentant des paillettes brillantes de cholestérine. Le pancréas était complétement désorganisé; il n'offrait plus qu'un tissu graisseux, sans aucune trace de sa structure glandulaire primitive. Une section faite dans le duodénum ne fit découvrir aucune ouverture pour le conduit pancréatique; mais en dehors du duodénum on trouva les restes du conduit, contenant dans son canal et enveloppant entièrement une masse de nature calculeuse, de forme irrégulière, rugueuse et d'un blanc luisant, qui avait obstrué le conduit et amené sa complète oblitération précisément en dehors du duodénum.

HUITIÈME OBSERVATION. — *Pancréatite chronique suivie de mort; autopsie* (1). — Un enfant de six ans perdit peu à peu l'appétit, devint faible et maigrit sensiblement. Il offrit par intervalles des vomissements soit d'aliments, soit de mucosités ou de bile; ces symptômes diminuaient parfois, mais le malade continuait toujours à rester languissant et sa santé se détériorait de plus en plus.

Quatorze mois environ après ces symptômes, le malade fut pris d'un ptyalisme très-abondant qui ne se termina qu'à la mort, qui arriva quatre mois après. Ce ptyalisme existait depuis deux mois quand le malade fut vu par M. de la Tremblaye, qui constata les phénomènes suivants :

L'enfant se couchait constamment sur le côté droit, accusait une douleur permanente à l'épigastre et dans la région ombilicale, douleur que la pression et les efforts des vomissements augmentaient sensiblement. Tous les jours et à toute heure, mais surtout le matin, une matière analogue à la salive était rejetée tantôt par un ptyalisme variable dans son intensité, tantôt par le vomissement. Les aliments étaient le plus souvent et furent plus tard constamment rejetés, soit une ou deux heures, soit le plus souvent quelques minutes après l'ingestion. C'est surtout à la suite de ces vomissements des aliments du matin que le petit malade rendait une plus grande quantité de salive. Parfois il arrivait, et cela surtout dans l'intervalle des repas, qu'une assez grande quantité de bile jaune ou verte composait à elle seule la matière des vomissements. Une constipation des plus opiniâtres persista pendant toute la durée de la maladie, à l'exception des huit derniers jours, pendant lesquels elle fut remplacée par une diarrhée abondante et continuelle. Les fèces solides étaient parfois recouvertes, partiellement du moins, d'une pellicule d'un blanc jaunâtre, ressemblant à de la graisse figée; les évacuations diarrhéiques étaient souvent comme de l'huile dans laquelle on

(1) Par M. le Dr DE LA TREMBLAYE (*Recueil des travaux de la Société médicale d'Indre-et-Loire*, 2e série, 3e et 4e trimestres 1852).

aurait délayé les fèces : elles avaient l'aspect brillant de l'huile, exhalaient une odeur infecte, et parfois ressemblaient parfaitement à des méconiums pour l'aspect et la consistance ; d'autres fois encore, on pouvait remarquer que les parties demi-liquides étaient recouvertes d'une matière comme glaireuse et transparente, qui imprégnait largement les linges sans les colorer ; enfin le malade éprouvait à peu près constamment un peu de céphalalgie, sans avoir jamais de fièvre bien accusée, si ce n'est dans les derniers jours où parut un léger mouvement fébrile rémittent. Le 18 février 1853, c'est-à-dire dix-huit mois environ après le début des accidents, le malade, âgé de six ans, mourut dans un état extrême d'émaciation.

A l'autopsie, on trouva le pancréas avec son volume ordinaire, son tissu était malade dans sa totalité, à l'exception de deux points parfaitement circonscrits. Il était d'une couleur rouge-brun foncé ; la coupe du tissu dans les portions malades présentait un ramollissement considérable du tissu glandulaire qui offrait la même coloration à l'intérieur, de telle façon qu'il était impossible de distinguer le tissu glandulaire. Quant aux deux points sains dont il a été parlé plus haut, ils représentaient : le premier, à peu près le quart de la tête de l'organe ; le deuxième, le huitième de son extrémité gauche ; l'aspect de ces deux portions saines tranchait d'une manière remarquable avec celui des parties malades qui les entouraient : il présentait du reste la couleur blanc-grisâtre et la consistance qui appartiennent au tissu du pancréas normal. Le foie était complétement sain, l'estomac et le duodénum offraient des traces d'inflammation chronique, avec hypertrophie de leurs tuniques, spécialement de la musculeuse.

Conclusions des observations pathologiques. — Toutes les observations précédentes, dans lesquelles l'autopsie a permis d'établir l'état du pancréas, montrent clairement que la lésion fonctionnelle du pancréas se traduisait symptomatiquement par la présence des matières grasses dans les excréments, de même que chez les chiens auxquels nous avons opéré la destruction du pancréas. Nous avons pu voir jusqu'à quel point ces symptômes se ressemblent. Amaigrissement, émaciation, voracité ; même apparence des matières fécales, qui sont argileuses, pâles et grisâtres. Il est remarquable que la bile ne colore que les matières en jaune très-clair, tandis qu'avec le suc pancréatique la bile prend une teinte très-brune. Le suc pancréatique contribue donc indirectement à la coloration des matières fécales. Dans l'ictère, les matières sont aussi décolorées, mais par une cause inverse. Enfin il est un dernier trait de ressemblance : ce sont les stries sanguinolentes que nous avons observées sur les excréments chez les chiens, ainsi

que des ulcérations intestinales ; ces lésions se sont aussi rencontrées chez des malades. Tout ces faits sont dignes des méditations des pathologistes et des physiologistes, parce qu'ils sont de nature à montrer la liaison étroite qui unit la pathologie à la physiologie, et combien cette dernière science peut jeter de lumière sur la première.

Nous pourrions citer encore un grand nombre d'observations dans lesquelles la présence de la graisse dans les excréments a été remarquée, sans qu'on ait constaté par l'autopsie l'état du pancréas, soit que les malades se fussent rétablis, soit que les médecins n'eussent pas eu l'attention éveillée sur la relation qui pouvait exister entre ce symptôme et l'altération du pancréas.

Mais nous devons faire remarquer que ce symptôme d'évacuations graisseuses ne peut survenir généralement que dans les affections chroniques du pancréas, parce que dans les affections aiguës les malades ont la fièvre et ne mangent pas. M. Fearnside (1) a cité plusieurs cas de maladie aiguë du pancréas, dans lesquels il constata différents autres symptômes, mais dans lesquels il signale l'absence de matières grasses ; ce qui pourrait jusqu'à un certain point s'expliquer par l'abstinence d'aliments et partant par la non-ingestion de substances grasses dans l'intestin. Il est en effet impossible de comprendre l'évacuation de matières grasses sans leur ingestion préalable avec les aliments. Dans plusieurs des observations que nous avons citées précédemment ainsi que chez les animaux, il a été toujours facile d'observer que cette excrétion graisseuse était en raison directe de l'ingestion. Si dans certains cas ce rapport n'a pas été établi, il est probable qu'il devait exister, car autrement il faudrait admettre que de la graisse peut être évacuée par l'intestin et provenir d'une autre source que les aliments. On a dit, il est vrai, sous ce dernier rapport, avoir trouvé des cas d'excrétion de matières grasses dans les excréments avec des tumeurs strumeuses des ganglions mésentériques et intégrité du pancréas. Mais ces faits ne sont pas suffisamment explicites relativement à l'altération du pancréas, et, s'ils existent, ils ne sauraient aucunement infirmer ceux que nous avons vus et ceux que nous avons rapportés.

En résumé, nous pouvons conclure que les faits pathologiques s'accordent avec les expériences sur les animaux vivants, pour démontrer que le pancréas intervient spécialement dans la digestion des matières grasses, et que la suspension de ses fonctions empêche ou diminue considérablement l'absorption de la graisse dans l'intestin, de telle façon que cette matière

(1) *London medical Gazette*, december 1850, page 967.

reparaît dans les excréments avec les caractères physiques ordinaires et peut dès lors constituer par sa présence un caractère pathognomique d'un empêchement au cours du liquide pancréatique dans l'intestin, soit par lésion du tissu de l'organe, soit par la suppression, l'altération ou le détournement du suc pancréatique causé par l'obstruction des conduits ou par une fistule. Chez l'homme, nous avons des exemples des deux premiers cas. Il s'agit de savoir si la troisième lésion peut exister aussi.

4°. *Fistules pancréatiques chez l'homme.* — Je ne sache pas que jamais on ait observé de fistules pancréatiques véritables, c'est-à-dire des fistules des conduits pancréatiques. On a cité comme telles, cependant, certaines fistules s'établissant dans le voisinage de la région où siége le pancréas et fournissant un liquide se sécrétant généralement par intervalles correspondant à la digestion et offrant quelques-uns des caractères physiques de la salive ou du suc pancréatique. J'ai observé moi-même deux malades atteints d'une fistule de ce genre qui siégeait à droite et un peu au-dessus de l'ombilic. Chez ces malades, la fistule était étroite et fournissait le liquide au moment de la digestion; la sécrétion commençait très-peu de temps après l'ingestion des aliments dans l'estomac.

L'un de ces deux malades fut placé dans le service de M. le professeur Laugier, sans que sa santé eût été altérée, mais il désirait simplement être débarrassé de cette fistule incommode. M. Laugier tenta des injections irritantes de différente nature, telles que de nitrate d'argent, d'iode, etc., mais sans parvenir à la cicatrisation du trajet fistuleux, et le malade sortit sans amélioration notable.

Voici, du reste, les caractères que je trouvai au liquide évacué par cette fistule et dont une certaine quantité me fut remise. Il était alcalin, incolore, clair, et rendu seulement opalin par des parties muqueuses; il n'offrait pas de viscosité, ne se coagulait pas sensiblement par la chaleur et présentait une odeur nauséabonde. Abandonné à lui-même, ce liquide se putréfiait bientôt en exhalant une odeur infecte. Mis en contact avec des matieres grasses, ce liquide, bien qu'alcalin, ne les émulsionnait en aucune façon à la manière du suc pancréatique : il se formait par l'agitation une espèce de mélange momentané; mais bientôt la matière grasse revenait à la surface, et ses gouttelettes se réunissaient plus ou moins complétement entre elles. Ce liquide se comportait dans ce cas d'une manière analogue à la salive mixte de l'homme; mais, d'une autre part, il en différait en ce qu'il n'agissait pas sur l'eau d'empois d'amidon, pour la transformer en dextrine et en sucre.

Le second cas de fistule du pancréas que j'observai, existait chez une jeune fille, âgée de vingt et un ans, qui était venue consulter M. Rayer pour cette affection qui lui était arrivée de la manière suivante : Dans le cours d'une fièvre typhoïde grave, il se manifesta une douleur circonscrite à droite et au-dessus de l'ombilic, dans le point précisément où siége actuellement la fistule; peu à peu de la fluctuation se montra en cet endroit, et un abcès se fit jour, laissant à sa suite une ouverture fistuleuse qui ne se cicatrisa plus. Depuis deux ans environ, la malade portait cette fistule sans aucun dérangement notable dans sa santé, si ce n'est l'incommodité apportée par cet écoulement périodique. L'ouverture extérieure de cette fistule était très-étroite et le pourtour d'une couleur rouge-violacé. La sécrétion du liquide avait lieu immédiatement après l'ingestion des substances alimentaires dans l'estomac, et il suffisait de donner à la malade un peu de sucre pour voir immédiatement le liquide s'écouler goutte à goutte par la fistule. Cet écoulement se faisait après le repas, environ pendant une heure ou deux, et la quantité rendue était suffisante pour humecter un certain nombre de serviettes ployées en quatre que la malade tenait habituellement appliquées sur l'orifice de sa fistule. Pendant l'intervalle des repas et pendant la nuit, la fistule semblait tarie. Souvent alors elle s'obstruait par des particules de mucus concrets, et il en résultait une douleur vive quand la malade venait à manger, par suite de l'emprisonnement du liquide qui ne pouvait s'échapper. La malade faisait cesser aussitôt cette douleur en enlevant, au moyen de la tête d'une épingle, le petit bouchon muqueux qui obstruait l'orifice. Le liquide qui s'échappait de la fistule goutte à goutte, en ruisselant sur les parties voisines comme les larmes sur les joues, était incolore, dépourvu de viscosité, assez transparent, et présentait toutefois un grand nombre de flocons muqueux. Sa réaction était alcaline; il ne se coagulait pas sensiblement par la chaleur, et, abandonné à lui-même, il se putréfiait en répandant une odeur infecte.

En le mettant en contact avec de la graisse, il se comportait exactement comme il a été dit plus haut pour le premier malade, c'est-à-dire qu'il se formait un simple mélange du liquide avec la graisse, qui bientôt cessait d'exister, et il ne se produisait jamais une émulsion persistante comme celle que déterminait le suc pancréatique. Ce liquide se distinguait également de la salive mixte en ce qu'il était sans action sur l'eau d'empois d'amidon.

Dans ces deux cas la fistule persistait sans inconvénients réels pour la santé, et le liquide fourni offrait exactement les mêmes caractères, et de

plus cette affection se ressemblait encore chez les deux malades parce qu'elle s'était montrée rebelle à toute espèce de traitement ayant pour but de cicatriser le trajet fistuleux. Notre dernière malade avait aussi subi des injections astringentes ou caustiques qui étaient restées également sans effet.

D'après ce que nous avons dit, ces fistules ne présentent donc pas les caractères des fistules pancréatiques, 1° parce que les symptômes des maladies du pancréas manquent, et 2° parce que, d'autre part, le liquide fourni diffère par ses caractères du fluide pancréatique. Il s'agirait toutefois de savoir si l'on peut déterminer le siége de ces fistules et l'origine du liquide qu'elles fournissent. Le lieu d'ouverture de la fistule fait tout naturellement penser à une lésion du pancréas ou d'un organe glandulaire voisin. Or on serait porté à admettre que le liquide fourni vient d'un organe sécréteur, à cause de l'intermittence de sa sécrétion en rapport avec les actes intermittents de la digestion; à moins qu'on ne supposât que le liquide accumulé dans un trajet fistuleux ne s'évacuât mécaniquement par suite de la distension de l'estomac. J'avoue cependant que cette explication paraît difficile à admettre, surtout chez la seconde malade, où nous avons vu qu'il suffisait de l'introduction d'un petit morceau de sucre pour donner lieu à cette sécrétion qui alors, il est vrai, s'arrêtait bientôt.

En se plaçant dans l'hypothèse d'une lésion glandulaire, il n'est pas possible d'admettre autre chose qu'une fistule ayant pour point de départ le pancréas ou les glandes duodénales de Brunner, car le foie ne produirait pas un liquide de cette nature, non plus que les ganglions mésentériques dont on connaît du reste des exemples de fistules. Mais, en supposant même que ce soit à une fistule pancréatique ou duodénale qu'on ait affaire, on ne serait aucunement en droit de prétendre déterminer les qualités du liquide de sécrétion normale par celui qu'on obtient de ces fistules. Il est évident, en effet, que si c'est le pancréas, par exemple, qui se trouve altéré, la portion de l'organe correspondante au trajet fistuleux doit être plus ou moins altérée et être le siége d'une inflammation chronique. Or il a été surabondamment démontré dans nos expériences sur les animaux que, lorsque le pancréas est enflammé, quelquefois dès le lendemain de l'opération, le liquide change de caractère, cesse d'être coagulable par la chaleur, d'émulsionner, d'acidifier la graisse, de transformer l'amidon en sucre, en un mot devient alors très-analogue, pour ne pas dire identique, au liquide fourni par les fistules précitées. On pourrait ainsi comprendre comment ces fistules, qui indubitablement ne sauraient atteindre qu'une partie très-limitée de l'organe pancréatique, ne fournissent qu'une sécrétion viciée qui ne

permet plus de reconnaître sûrement son origine. Je ne sache pas que dans aucun cas de ce genre on ait eu occasion de recourir à la vérification cadavérique, car cette affection existe, ainsi que nous l'avons dit, sans altérer la santé des malades ; ce qui tient à ce que la plus grande partie de l'organe restant saine peut encore déverser sa sécrétion dans le canal intestinal comme à l'ordinaire. C'est ce qui expliquerait encore comment les symptômes des maladies du pancréas manquent aussi dans ces circonstances.

§ IV. — *Qu'est-ce que le chyle?*

Au commencement de ce chapitre (§ I[er]), nous avons dit que le suc pancréatique, en émulsionnant les matières grasses, coopère à la formation du chyle. En nous exprimant ainsi, nous avons seulement voulu dire que le suc pancréatique rend les matières grasses absorbables par les vaisseaux chylifères ou lactés de l'intestin. Nous n'admettons pas, en effet, la signification ancienne du mot *chyle* en tant que le chyle serait un liquide laiteux représentant en quelque sorte la réunion totale et la quintessence des matériaux fournis par la digestion. Nous admettons encore moins cette définition surannée de la digestion que l'on voit encore dans beaucoup de Traités de Physiologie, et qui consiste à dire que la digestion a pour but de confectionner le chyle. Il y a déjà longtemps que j'ai été un des premiers, je croïs, à attaquer ces expressions défectueuses de *chyme* et *chyle*. Je me suis demandé si le chyle n'était pas autre chose que de la lymphe et de la graisse émulsionnée (1), et j'ai prouvé que le rôle des chylifères dans l'absorption des matières alimentaires est assez minime (2), et que c'est la veine porte qui joue le plus grand rôle dans cette absorption. Enfin, nous ajouterons que ce liquide blanc laiteux, qu'on appelle chyle, et qu'on regarde comme si important, n'est, comme nous le verrons bientôt, que l'apanage exclusif des animaux mammifères.

Il est vrai néanmoins que le liquide qu'on appelle chyle subit des modifications en circulant et en traversant les glandes mésentériques, et qu'il y acquiert des éléments nouveaux qu'il n'avait pas pris dans l'intestin.

J'ai souvent examiné au microscope du chyle comparativement avec des émulsions faites en dehors de l'animal avec du suc pancréatique, et il y a certainement une grande différence entre les deux liquides. L'émulsion avec le suc pancréatique est seulement composée de gouttelettes graisseuses, tan-

(1) *Archives de Médecine ;* 1848.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences ;* 1850.

dis que dans le chyle il existe des corpuscules d'une autre nature. Les gouttelettes graisseuses y sont beaucoup plus finement divisées, et les molécules du chyle sont animées généralement d'un mouvement brownien qui, je crois, n'avait pas encore été signalé.

Nous ne voulons pas examiner ici toutes les opinions qu'on pourrait soulever sur la nature du chyle. Cette discussion, qui serait un peu étrangère à notre sujet, grossirait encore ce Mémoire déjà très-long. Nous posons seulement ces questions pour les signaler à l'étude des physiologistes, et nous ne désirons insister ici que sur le rapport qui existe entre le suc pancréatique et la formation des vaisseaux laiteux chylifères chez les mammifères.

Nous signalerons particulièrement les résultats que nous avons obtenus en étudiant l'influence de l'éther sur la sécrétion pancréatique, résultats que nous donnons comme nouveaux, car nous ne les avons vus consignés nulle part. Nous avions observé que l'on pouvait augmenter la sécrétion du suc pancréatique au moyen de l'éther ingéré dans l'intestin, et que l'on pouvait provoquer en même temps l'apparition de chylifères laiteux magnifiquement injectés. C'est ce qui résulta des expériences qui suivent :

1°. J'avais éthérisé des lapins en injectant dans leur estomac, à l'aide d'une sonde en gomme élastique, de l'éther sulfurique. Mais il ne faut en introduire que de petites quantités, car autrement l'éther, en se réduisant en vapeur, distend subitement l'estomac dont le volume peut alors gêner les mouvements respiratoires ; et même, ce qui est plus ordinaire, il peut arriver que les parois de l'estomac éclatent, et que l'éther et les aliments se répandent dans la cavité du péritoine. Les parois du ventre se distendent alors outre mesure, et l'animal meurt presque instantanément. Il suffit, pour produire ces effets, d'injecter 20 à 25 centimètres cubes d'éther dans l'estomac. Mais si l'on en injecte seulement 6 à 8 centimètres cubes, l'estomac se distend modérément, et l'animal se trouve éthérisé sans qu'il en résulte d'accidents.

Sur des lapins ainsi éthérisés, j'ai mis à découvert le conduit pancréatique, et j'y ai introduit un tube. J'ai toujours vu dans ces circonstances que le suc pancréatique coule avec plus d'abondance sous l'influence de l'excitation que l'éther apporte dans le canal intestinal. J'ai fait comparativement l'expérience en enivrant d'autres lapins, dans les mêmes conditions, par l'injection dans leur estomac de 25 à 30 centimètres cubes d'alcool ordinaire. En plaçant alors un tube d'argent sur le conduit pancréatique chez ces derniers lapins, on voyait le suc couler beaucoup moins abon

damment, ce qui prouverait que l'alcool n'a pas les propriétés excitantes de l'éther pour provoquer la sécrétion pancréatique. J'ai, en outre, observé que le suc pancréatique qui coule très-abondamment chez le lapin endormi par l'éther, est moins consistant, moins coagulable que celui qui se produit en plus petite quantité chez le lapin endormi par l'alcool. Ceci s'accorde, du reste, avec ce que nous avons dit ailleurs sur la sécrétion du suc pancréatique (Chap. II, § II).

Lorsque j'injectais de l'éther dans l'estomac d'un lapin nourri avec ses aliments ordinaires (de l'herbe ou des carottes, par exemple), je voyais aussitôt, en ouvrant l'animal, une congestion des plus vives dans toute l'étendue du canal intestinal où l'éther pénètre très-vite. Avec cette hypérémie apparaissait une plénitude et une sorte de distension des vaisseaux chylifères, qui étaient remplis d'un chyle opalin, quoique l'animal n'eût pas pris de graisse avec ses aliments. Mais ce qu'il y avait de remarquable, c'est que les vaisseaux chylifères lactescents ne commençaient qu'après le point d'abouchement du canal pancréatique. Les vaisseaux lymphatiques du gros intestin se montrent aussi toujours très-développés, mais renferment seulement une lymphe transparente. Quand ensuite je liais le conduit pancréatique, ou que je détournais bien complétement le suc pancréatique en plaçant un tube dans le conduit du pancréas, les vaisseaux chylifères n'avaient plus ou à peine l'aspect lactescent, bien qu'ils fussent toujours très-distendus et très-visibles, mais seulement remplis par de la lymphe.

2°. J'ai répété ces expériences sur des chiens avec des résultats semblables.

J'ai injecté dans l'estomac de divers chiens de moyenne taille et à jeun de 30 à 60 centimètres cubes d'éther sulfurique à l'aide d'une sonde en gomme élastique. Chez les chiens, ces injections d'éther dans l'estomac n'ont pas le même inconvénient que chez les lapins, parce que chez les chiens les parois de l'estomac sont plus résistantes et que la régurgitation de l'excès de l'éther réduit en vapeur est possible. Aussi, après qu'on leur a injecté de l'éther dans l'estomac, les chiens éprouvent une sorte d'éternument et une salivation écumeuse, comme si quelque chose leur excitait les membranes muqueuses nasale et buccale. Du reste, les effets de l'éther sont les mêmes que chez les lapins. Il y a une excitation de la sécrétion pancréatique, en même temps qu'une vive rougeur des tuniques de l'intestin et des organes glandulaires du bas-ventre. Il y avait aussi en même temps l'apparition de vaisseaux chylifères lactescents très-bien injectés dans l'intestin grêle, bien que l'animal fût à jeun. Les vaisseaux lymphatiques qui partent de l'estomac ou du gros

intestin deviennent également très-remplis, mais seulement d'une lymphe transparente, sous l'influence de l'excitation qu'apporte l'éther.

Le fait qui m'avait frappé dans cette production singulière de chylifères lactescents à l'aide de l'éther, chez les animaux à jeun, c'est qu'ils suivaient absolument la même loi que pour les chylifères produits par l'absorption de la graisse. Ils ne se manifestaient chez le lapin, par exemple, ainsi que cela a été dit plus haut, qu'au-dessous du lieu d'abouchement du suc pancréatique dans l'intestin. De sorte que j'observais toujours là une influence directe du suc pancréatique sur la formation de ces chylifères.

Mais il m'était impossible de comprendre comment l'éther seul pouvait exercer sur le suc pancréatique une influence capable de lui faire produire des vaisseaux chylifères directement. J'imaginai que peut-être l'éther dissolvait quelque corps gras de la bile, et je fis la ligature du canal cholédoque sur des chiens à jeun, avant d'injecter l'éther, et les chylifères laiteux apparurent aussi bien après qu'avant ce détournement de la bile.

Alors, à force de réfléchir et de chercher par quel mécanisme pouvaient se produire ces chylifères sous l'influence de l'éther, il me vint un scrupule à l'esprit. J'injectais l'éther avec une seringue qui était propre sans doute, mais qui, comme toutes les seringues, avait un piston qu'on lubrifiait avec de l'huile pour le faire mieux glisser; d'autre part, j'ingérais l'éther jusque dans l'estomac à l'aide d'une sonde flexible faite avec ce qu'on appelle de la gomme élastique, ce qui n'est rien autre chose que de l'huile de lin colorée en noir desséchée sur un tissu de fil. Je pensai alors que l'éther pouvait peut-être bien avoir dissous de la graisse de mes instruments, et j'eus l'idée que c'était peut-être à l'absorption de cette graisse dissoute par l'éther qu'il fallait attribuer l'apparition des chylifères. Pour vérifier cette supposition, je répétai les injections d'éther dans l'estomac, sur des chiens à jeun et sur des lapins, en ayant soin d'éviter tout contact de l'éther avec des corps gras. Pour cela, je me servis d'une sonde métallique (en plomb), et d'une pipette en verre à l'aide de laquelle je poussai l'éther dans la sonde en soufflant. Sacrifiant ensuite les animaux, je trouvai la rougeur et l'excitation apportée par l'éther dans les membranes de l'intestin; je vis également le développement considérable des vaisseaux lymphatiques sous cette influence, mais ils n'étaient plus alors remplis que par la lymphe transparente, et aucun d'eux ne contenait du chyle opalin laiteux. Dès lors l'hypothèse que j'avais faite se trouvait vérifiée. Mais, pour la contrôler encore de nouveau, j'injectai avec les mêmes instruments, pipette en verre et sonde métallique, de l'éther sulfurique dans lequel j'avais fait dissoudre

préalablement une très-petite quantité de graisse de porc ou de tout autre corps gras. Aussitôt après cette injection, je vis apparaître chez mes animaux à jeun des vaisseaux chylifères laiteux magnifiquement injectés, ne se montrant que dans l'intestin grêle, et ne devenant visibles qu'au-dessous du déversement du suc pancréatique.

La formation d'abord en apparence si mystérieuse de ces chylifères rentra dès lors dans ce qui était connu, et je fus content d'avoir pu découvrir moi-même la cause d'erreur qui rendait cette influence de l'éther inexplicable. J'ai cité ces expériences avec détail, afin qu'on puisse voir encore par cet exemple particulier que les recherches physiologiques sont entourées de difficultés et de causes d'erreur qui quelquefois ont leur source dans les détails les plus insignifiants d'une expérience, où l'on ne pense pas toujours à aller les chercher.

De toutes ces expériences il résulte encore un fait très-intéressant ; elles nous montrent en effet la possibilité de produire chez des animaux à jeun des chylifères à volonté, en injectant dans l'estomac de l'éther contenant même de très-faibles proportions de graisse dissoute. La présence de l'éther dans cette circonstance a la propriété d'activer considérablement l'action absorbante de l'intestin, ce qui fait que la graisse se trouve aussitôt absorbée et portée dans les vaisseaux lactés qui deviennent blancs. En tirant une anse d'intestin, et en faisant l'injection de l'éther graisseux en petite quantité avec une canule piquante dans l'intestin grêle, on voit l'absorption de la graisse par les chylifères se faire en quelque sorte sous les yeux.

Il serait intéressant de rechercher si l'éther peut accélérer ainsi l'absorption d'autres substances ; mais quel que soit l'intérêt que présente ce fait, je veux seulement le signaler ici et l'invoquer pour prouver que, quoique la cause de l'opalinité du chyle ne nous soit pas bien connue, et qu'il paraisse certain même que ce n'est pas la matière grasse seule qui la constitue en entier, cependant elle ne peut être déterminée que lorsqu'il y a une certaine proportion même extrêmement faible de graisse absorbée par les vaisseaux chylifères. Il en résulte donc que le suc pancréatique se trouve lié de la manière la plus étroite avec le phénomène d'absorption de la graisse et avec la formation du liquide blanchâtre laiteux qu'on appelle le *chyle* (1).

---

(1) Dans mes Cours, je me sers maintenant de ces injections éthérées pour montrer instantanément des vaisseaux chylifères. Mais, dans les conditions ordinaires d'une mort rapide, ils disparaissent vite après la cessation de la vie de l'animal. Quand je veux avoir des vaisseaux chylifères longtemps visibles après la mort des animaux, j'emploie un autre procédé,

Ces expériences, en prouvant en outre qu'il faut très-peu de graisse pour produire des vaisseaux chylifères lactescents, expliquent pourquoi il n'est pas nécessaire que l'alimentation contienne beaucoup de cette substance pour donner du chyle laiteux, et comment certaines substances végétales, telles que l'avoine ou le blé, donnent naissance à des vaisseaux chylifères blancs, très-distincts chez les herbivores.

CHAPITRE IV.

ROLE DU SUC PANCRÉATIQUE DANS LA DIGESTION DES SUBSTANCES ALIMENTAIRES AUTRES QUE LES MATIÈRES GRASSES NEUTRES. — THÉORIE GÉNÉRALE DE L'ACTION DU SUC PANCRÉATIQUE.

Dans les chapitres précédents de ce Mémoire, nous avons eu pour objet spécial l'étude de l'action du suc pancréatique dans la digestion des matières grasses, parce que c'était la digestion de ces substances qui était restée jusqu'alors la moins connue. Mais nous n'avons jamais voulu, ainsi que semblent l'avoir cru certains auteurs, en inférer que le suc pancréatique n'a pas d'autres usages. Dans notre premier Mémoire, nous avons déjà dit que le suc pancréatique agit sur les matières amylacées, ainsi que l'avaient déjà vu MM. Valentin (1), Bouchardat et Sandras (2); mais nous avons avancé également que ce liquide peut avoir une influence digestive sur les matières alimentaires albuminoïdes. Nous allons actuellement examiner de quelle nature peuvent être ces actions digestives quand le suc pancréatique agit soit à l'état isolé, soit conjointement avec les autres liquides intestinaux et avec la bile en particulier.

---

qui consiste à faire périr lentement un animal qui est en pleine digestion d'aliments mixtes. Pour cela, je choisis un chien quatre à cinq heures après son repas, et je lui fais, par exemple, l'injection d'un peu d'air dans l'aorte. Alors l'animal tombe, reste sur le flanc et meurt très-lentement. Je le laisse refroidir, et je trouve, en faisant l'autopsie, les vaisseaux chylifères et le canal thoracique pleins d'un chyle blanc bien coagulé. Dans toute mort lente produite chez un animal en digestion il en est de même. Chez l'homme, j'ai vu deux fois des vaisseaux chylifères très-bien injectés par du chyle coagulé chez des individus qui s'étaient suicidés après avoir fait un bon repas et qui s'étaient blessés de manière à vivre encore quelques heures.

(1) *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, tome I.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XX, page 1085.

§ I. — *Action du suc pancréatique seul sur les matières alimentaires féculentes sucrées et albuminoïdes.*

Le suc pancréatique mis en contact avec l'amidon hydraté le transforme presque instantanément en dextrine et en glucose, même à la température ambiante; c'est ce dont on peut s'assurer par les réactifs propres à déceler cette réaction.

En effet, on constate que bientôt après son contact avec le suc pancréatique l'eau d'empois d'amidon cesse de bleuir par la teinture d'iode. Elle donne alors une coloration rose qui indique la dextrine. Bientôt après, cette coloration rose même a disparu, et la teinture d'iode ne produit plus aucune coloration. Mais alors le liquide a acquis la propriété de brunir par la potasse à l'ébullition, de réduire le tartrate de cuivre dissous dans la potasse, et de fermenter sous l'influence de la levûre de bière en donnant de l'acide carbonique et de l'alcool; ce qui prouve qu'on a alors affaire à du sucre de la seconde espèce, ou glucose.

C'est évidemment au suc pancréatique que doit être attribuée en majeure partie la digestion des matières féculentes, c'est-à-dire leur transformation dans l'intestin en un principe soluble, le sucre de glucose. C'est ce que prouve une expérience que j'ai faite bien souvent sur des chiens munis de fistules stomacales; cette expérience consiste à faire manger à ces animaux de l'empois d'amidon qu'on a mêlé avec de la viande afin que les chiens le mangent mieux. Après l'ingestion de cette pâtée dans l'estomac, j'ai recherché bien souvent, en ouvrant la canule de temps en temps, si l'amidon était transformé en sucre, et jamais je n'en ai trouvé, si ce n'est des traces insignifiantes, tandis que la présence de l'amidon persistait toujours. La même chose a lieu à plus forte raison si, au lieu d'empois, on fait usage de la fécule crue. Mais lorsque l'amidon ou la fécule crue sortent de l'estomac après avoir été imbibés ou macérés par le suc gastrique, ils trouvent immédiatement dans le duodénum le suc pancréatique, qui est un agent énergique, pour les transformer en glucose. Aussitôt après ce contact, on peut constater, en effet, que tous les caractères de l'amidon qui existent bien nettement dans l'estomac, cessent pour faire place à ceux du glucose. Déjà Tiedeman et Gmelin avaient vu, sans en connaître la cause, que l'amidon se transforme en sucre en arrivant dans l'intestin (1).

C'est la matière organique que contient le suc pancréatique qui peut

(1) *Recherches chimiques et physiologiques sur la digestion, etc.*

seule agir si énergiquement sur l'amidon, et lorsque cette matière a été coagulée par la chaleur ou qu'elle a été détruite par une putréfaction prolongée, le liquide pancréatique perd la propriété de changer l'amidon en dextrine et en glucose.

Lorsque la transformation de l'amidon en sucre a été effectuée sous l'influence du suc pancréatique, l'action ne s'arrête pas là, et on voit bientôt le mélange devenir acide en même temps qu'il se dégage des gaz. L'acidité est due à de l'acide lactique qui s'est produit aux dépens du sucre, et les gaz dégagés sont habituellement de l'azote, de l'hydrogène et de l'acide carbonique qui se développent dans cette fermentation, qui est à la fois une fermentation lactique, butyrique et alcoolique. On voit, en effet, en continuant à maintenir le mélange à une douce température, que de la levûre de bière commence à se produire dès le deuxième jour, et on voit alors la fermentation alcoolique commencer. Le même résultat s'obtient aussi avec le tissu du pancréas dont on fait une infusion à froid.

Le suc pancréatique n'est pas le seul liquide intestinal qui agisse de cette façon sur les matières amylacées. La salive de l'homme possède cette propriété sur l'empois de l'amidon, ainsi que l'avait découvert Leuchs (1). Un certain nombre d'autres liquides alcalins de l'économie possèdent également cette propriété, toutefois d'une manière moins énergique. La salive mixte des animaux a sur l'amidon une énergie beaucoup moindre que celle de l'homme. Les salives pures du chien, du cheval, etc., n'en ont aucune quand elles sont récentes, et elles n'acquièrent cette propriété que par un commencement de décomposition et quand on a laissé les liquides pendant quelques jours abandonnés à eux-mêmes; ce qui semble indiquer que cette transformation de l'amidon en glucose est entraînée par une tendance à la décomposition de matières jouant le rôle de ferments. De la fibrine, du gluten ou d'autres substances animales, lorsqu'elles sont en voie de décomposition commençante, ont également la propriété de transformer l'amidon en sucre; mais quand la décomposition est plus avancée, elles ne le transforment plus. Avec les liquides précédemment cités, de même qu'avec le suc pancréatique, on a les phénomènes de la fermentation lactique; mais ceux de la fermentation alcoolique ne se développent pas aussi nettement qu'avec le suc pancréatique.

On voit donc que, pour les matières amylacées, il n'en est pas de même que pour les matières grasses, et que le suc pancréatique partage avec quel-

(1) *Poggendorff's Annalen*, 1832.

ques autres liquides de l'économie la propriété d'agir sur l'amidon pour le transformer en dextrine et en sucre. On ne saurait pour cela comparer la matière active qu'on a désignée dans la salive sous le nom de *diastase salivaire* avec la matière active du suc pancréatique. Cette dernière a sans doute toutes les propriétés de la matière salivaire, mais elle en possède de plus d'autres qui lui sont spéciales et qui doivent la distinguer.

Lorsqu'au lieu de le faire agir sur l'amidon, on met le suc pancréatique directement en contact avec des matières sucrées, telles que le sucre de canne, le sucre de raisin, le sucre de lait, on constate que la fermentation lactique s'établit très-vite avec les caractères ordinaires, et bientôt la fermentation alcoolique suit. Aucun autre liquide ne possède la propriété de produire la fermentation lactique avec autant d'énergie que le suc pancréatique. J'ai souvent observé que la présence du suc pancréatique favorisait également l'action d'autres ferments. C'est ainsi qu'en mélangeant du sucre de lait avec de la levûre de bière, à laquelle on a ajouté un peu de suc pancréatique, on voit bientôt la fermentation alcoolique commencer, tandis qu'avec la levûre de bière seule elle n'a lieu qu'au bout de plusieurs jours. Le suc pancréatique aurait-il pour effet de changer le sucre de lait en glucose? Le suc pancréatique active également, par son mélange avec la levûre de bière, la fermentation des autres matières sucrées.

Après tout ce qui a été dit précédemment sur les actions digestives artificielles faites en dehors de l'animal vivant, on voit, quand on considère le phénomène digestif sur son véritable terrain, c'est-à-dire dans l'animal vivant, que la digestion des substances alimentaires féculentes est à peu près exclusivement sous la dépendance du pancréas. Que l'on se rappelle ce que nous avons observé chez les chiens auxquels nous avions détruit le pancréas (observations 9° et 10°, pages 99 à 105). Les matières féculentes, aussi bien que les matières grasses, cessaient d'être digérées, et nous retrouvions dans les excréments les pommes de terre cuites à l'eau avec tous leurs caractères physiques et chimiques et conservant leur fécule inaltérée. A peine y avait-il quelques traces de sucre. Or quand on enlève les glandes salivaires ou plutôt quand on détourne leur sécrétion, on gêne la mastication et la déglutition, mais on ne voit aucune modification survenir relativement à la digestion des matières féculentes; et les pommes de terre, par exemple, sont alors très-exactement digérées, comme si l'on n'avait pas détourné la salive de la bouche. C'est là une expérience que j'ai faite très-souvent, et qui prouve le rôle bien différent de la salive et du suc pancréatique, même au point de vue des matières amylacées chez l'animal vivant.

Les matières azotées ou albuminoïdes, telles que la fibrine, l'albumine coagulée, etc., mises en contact avec le suc pancréatique en dehors de l'animal, éprouvent un ramollissement rapide et une sorte de dissolution dans certaines de leurs parties.

Mais bientôt ce ramollissement se transforme en une véritable putréfaction qui se manifeste avec son odeur caractéristique et avec la production d'une grande quantité de produits ammoniacaux, ce qui donne au mélange une réaction alcaline. Aucun autre liquide alcalin de l'économie n'entraîne cette sorte de décomposition des matières albuminoïdes avec autant de rapidité et autant d'intensité que le suc pancréatique.

Dans la bile et dans la salive, les matières albuminoïdes se putréfient aussi, mais moins rapidement. Cette action décomposante du suc pancréatique est d'autant plus énergique, que ce fluide contient une plus grande proportion de sa matière organique active.

La caséine et le gluten présentent une exception remarquable en ce que ces matières se dissolvent ordinairement sans se putréfier et en donnant lieu à une réaction acide, ce qui tient probablement à une certaine quantité de graisse que contiennent ces substances, et qui, étant acidifiée par l'action du suc pancréatique, sature les alcalis qui peuvent se former. De cela il résulte, ainsi qu'on le voit, que les matières grasses, ajoutées aux matières albuminoïdes, peuvent empêcher la putréfaction de celles-ci, en donnant naissance à une réaction acide. Nous verrons bientôt que dans la digestion cette union des matières grasses aux matières albuminoïdes paraît appelée à jouer un certain rôle.

En résumé, le suc pancréatique, quand il agit seul sur les substances alimentaires, les modifie de manière à entraîner leur décomposition spontanée. En effet, l'amidon subit rapidement toutes les phases de sa décomposition : dextrine, glucose, acide lactique, etc.

Les matières azotées ne s'y dissolvent qu'en se putréfiant très-rapidement quand elles sont crues, et moins rapidement si elles sont cuites, mais toujours en donnant lieu à des produits ammoniacaux, c'est-à-dire à une réaction alcaline, inverse de celle qui a lieu dans la décomposition des matières amylacées. Nous verrons bientôt que ces réactions diffèrent quand le suc pancréatique agit conjointement avec la bile dans l'animal vivant.

Quand, au lieu de faire agir le suc pancréatique sur les principes immédiats azotés, on le met en contact avec des tissus animaux crus, il peut se montrer des altérations particulières de ces tissus. Si l'on fait macérer du tissu cérébral, du tissu glandulaire, du tissu musculaire, etc., dans le suc pancréa-

tique, toute la portion glandulaire se dissout et le tissu cellulaire reste; il en est de même dans la viande crue : le tissu cellulaire reste sans être dissous. Ni la salive ni le suc gastrique ne possèdent cette propriété dissolvante sur les tissus glandulaire ou musculaire, ce qui distingue encore le suc pancréatique de la salive. La bile seule ne présente pas non plus cette propriété de dissoudre les tissus; elle n'offre d'exception que pour le tissu du pancréas, qu'elle dissout avec une grande énergie, en laissant toutefois indissous le tissu cellulaire. Nous verrons plus tard à revenir sur cette propriété singulière de la bile.

Mais si nous examinons l'action du suc pancréatique sur les tissus animaux ou matières albuminoïdes précitées après qu'ils ont été cuits, les phénomènes sont bien différents. L'albumine d'œuf cuite est dissoute dans le suc pancréatique sans putréfaction; j'ai placé dans du bon suc pancréatique de chien coagulant bien des morceaux d'albumine cuite, en maintenant le tout à une douce température. Peu à peu la dissolution de l'albumine s'est opérée. De la viande cuite ou de la fibrine cuite sont dans le même cas; mises en contact avec du bon suc pancréatique, on voit bientôt la dissolution s'opérer. Toutefois si on laissait longtemps le contact se prolonger après que la dissolution est opérée, la putréfaction pourrait alors se manifester et donner lieu à des produits ammoniacaux. Le gluten et la caséine cuite font seules exception, parce qu'elles donnent lieu à une réaction acide qui s'oppose pendant longtemps à la putréfaction. Cette action différente du suc pancréatique sur les matières soumises à la coction est caractéristique pour le suc pancréatique. La salive ne la possède pas, ce qui différencie encore ces deux fluides. Elle est des plus intéressantes, parce que le suc pancréatique n'est destiné à agir sur les matières alimentaires qu'après le suc gastrique. Or nous verrons que ce suc modifie les substances alimentaires à la manière de la cuisson, et cela a lieu non-seulement pour les matières azotées, mais même pour les matières grasses et pour les matières féculentes. En effet, je me suis assuré que le suc pancréatique ne modifie pas la fécule crue; il n'agit sur elle que lorsqu'elle a été hydratée par le suc gastrique ou par la cuisson.

§ II. — *Action du suc pancréatique sur les matières alimentaires lorsqu'il agit de concert avec les autres liquides intestinaux, et particulièrement avec le suc gastrique et la bile.*

Jusqu'à présent nous avons toujours considéré les propriétés du suc pancréatique isolément, afin de mieux comprendre le caractère de son action.

Mais il est évident que ce n'est point ainsi qu'il opère dans l'organisme : il se trouve au contraire mélangé dans l'intestin avec le suc gastrique qui a agi avant lui dans l'estomac, avec la bile qui se déverse dans le duodénum de concert avec lui et avec le produit de sécrétion des glandes de Brunner. Il faut actuellement examiner quelles modifications chacun de ces liquides peut, par son mélange, apporter dans l'action du suc pancréatique, et sous quelle forme et à quel état les matières alimentaires viennent se mettre en contact avec le suc pancréatique en sortant de l'estomac et en passant dans le duodénum.

Nous résumerons ici d'une manière très-générale, d'après nos expériences, les altérations que les matières alimentaires subissent successivement dans l'estomac et dans le duodénum.

Nous diviserons les substances alimentaires en deux classes, relativement aux modifications qu'elles éprouvent dans l'estomac ; savoir : les matières alimentaires *non azotées* et les matières alimentaires *azotées*.

1°. Les matières *non azotées* (substances grasses sucrées et féculentes) n'éprouvent réellement dans l'estomac aucune modification chimique dans leur contact avec le suc gastrique. C'est ce qu'on peut constater en étudiant la digestion stomacale au moyen de fistules gastriques particulièrement. L'action du suc gastrique, sous l'influence de la chaleur de l'estomac, se borne à fondre la graisse, à dissoudre le tissu azoté qui constitue la cellule adipeuse, de manière que la graisse isolée nage dans le liquide gastrique sous forme de gouttelettes, qui se réunissent à la surface du liquide et se figent par le refroidissement lorsqu'on vient à extraire du suc gastrique de l'estomac.

On a pu croire que les matières grasses éprouvaient des modifications chimiques dans l'estomac, parce qu'on a quelquefois trouvé des graisses altérées dans des matières grasses vomies ; mais il aurait fallu dans ce cas avoir examiné auparavant les aliments pour savoir si ces graisses n'avaient pas été altérées dans l'assaisonnement culinaire de l'aliment, comme cela a lieu si souvent. Tout ce que je puis dire, c'est que chez les animaux il ne paraît se passer sur les matières grasses dans l'estomac que les modifications de la simple fusion que nous venons de signaler.

Sous l'influence du liquide stomacal acide, les grains de fécule sont également isolés des tissus végétaux qui les retiennent dans leurs cellules, quoique préalablement broyés par les dents ou le gésier ; puis ils sont hydratés et gonflés sous l'influence de la chaleur stomacale s'ils ne l'ont pas déjà été par la cuisson. Toutes les matières végétales, herbacées ou autres, sont éga-

lement imbibées par le suc gastrique, qui souvent ne les altère presque pas dans leur couleur ou leurs caractères physiques.

Les substances sucrées n'éprouvent aucune modification chimique importante dans l'estomac; elles s'y dissolvent, mais sans changer de nature.

Le sucre de canne peut quelquefois se changer en sucre de raisin, mais très-lentement. On a dit que le sucre pouvait se changer aussi en acide lactique, mais cela n'a pas été démontré.

Le suc gastrique n'altère donc pas les matières non azotées de manière à leur enlever leur caractère; on reconnaît nageant dans le suc gastrique, à l'œil nu et au microscope, les gouttelettes de graisse et les grains de fécule. Les portions de végétaux, telles que des feuilles de salade, fruits, carottes, etc., passent de l'estomac dans l'intestin sans perdre leurs caractères physiques et restant parfaitement reconnaissables.

Le passage des matières non azotées de l'estomac dans l'intestin a lieu généralement assez vite, et ces substances séjournent moins longtemps dans l'estomac que les matières azotées. Comme nous l'avons vu, elles ont une digestion stomacale assez simple, car dans cette digestion elles n'éprouvent que des altérations physiques peu intenses, analogues à celles que la cuisson aurait pu leur communiquer. En effet, la cuisson fait fondre la graisse, la cuisson hydrate la fécule, la cuisson finit à la longue par changer le sucre de canne en glucose, etc.

En parvenant dans le duodénum, ces matières non azotées, sortant de l'estomac et imbibées de suc gastrique, se trouvent d'abord soumises à l'action de la bile, isolément, ou simultanément avec le suc pancréatique. Lorsque la bile agit seule, elle n'a pas d'action sur ces matières; elle ne leur fait subir aucun changement par elle-même : cela peut très-bien se constater sur le lapin, où les matières alimentaires se trouvent seulement en contact avec la bile dans le duodénum avant l'ouverture du conduit pancréatique; mais quand le suc pancréatique se joint à elle, elle agit, au contraire, pour les changer à l'instant et les modifier profondément. Ainsi la graisse *neutre*, jusqu'alors seulement fluidifiée, est instantanément émulsionnée; l'amidon hydraté est instantanément transformé en glucose; les matières végétales, ramollies et imbibées de suc gastrique acide, sont immédiatement dissoutes ou épuisées de leurs matières solubles. Le suc pancréatique, en imbibant la matière ligneuse, en extrait facilement des principes gras ou autres qui sont souvent difficiles à séparer, même par des moyens chimiques énergiques.

Dans l'organisme vivant, le suc pancréatique n'agit donc jamais seul sur

les matières alimentaires sortant de l'estomac. Il est toujours uni à la bile qui se déverse quelquefois avant lui, comme chez le lapin; d'autres fois simultanément avec lui, comme chez l'homme, le cheval, etc. Mais un fait très-important à considérer, c'est que ces transformations que le suc pancréatique opère sur les matières alimentaires dans l'intestin, de concert avec les autres liquides, et particulièrement avec la bile et le liquide des glandes duodénales de Brunner, sont limitées, et donnent lieu à des réactions qui sont différentes de celles qu'on observe dans les digestions artificielles avec le même fluide. Ainsi, lorsque le suc pancréatique agit en dehors de l'intestin isolément sur les matières amylacées ou sucrées, on obtient toujours, ainsi que nous l'avons vu, comme résultat final de son action, un produit acide (lactique, butyrique, etc.), en même temps qu'il se développe aussi des globules de ferment et une fermentation alcoolique. Lorsque le suc pancréatique agit dans l'intestin, on obtient seulement du sucre, et jamais l'action n'est poussée au delà, de telle façon que l'intestin grêle offre constamment une réaction alcaline chez les animaux qui digèrent des aliments dans lesquels les substances féculentes et sucrées sont en très-grande abondance. De même la matière grasse s'acidifie beaucoup plus faiblement dans l'intestin que cela n'a lieu en dehors de l'animal vivant; elle s'émulsionne, et c'est sous cet état qu'elle est absorbée par les vaisseaux chylifères. Nous devons ajouter qu'il y a presque toujours un excès de substances féculentes et sucrées dans les matières alimentaires qui passe sans être absorbé et arrive dans le cœcum. Là ces résidus des matières alimentaires séjournent longtemps, et alors, lorsque la bile et le suc pancréatique et le liquide des glandes duodénales réunis ont cessé leur action, la décomposition spontanée qui avait été limitée dans l'intestin grêle reprend son cours dans le cœcum, de telle façon que les matières féculentes et sucrées qui offraient une réaction alcaline dans l'intestin grêle contractent dans le cœcum une réaction acide, ce qui fait que les animaux herbivores, chez lesquels ces principes dominent, ont généralement l'intestin grêle alcalin et le cœcum acide.

2°. Les matières alimentaires *azotées* séjournent plus longtemps dans l'estomac que les matières non azotées, et éprouvent dans cet organe des modifications en apparence beaucoup plus profondes que les matières non azotées; et les aliments de cette nature sont tellement ramollis, qu'ils paraissent méconnaissables et que quelques auteurs ont pensé qu'ils étaient réellement dissous. On a inféré de là que le suc gastrique est un liquide qui dissout spécialement les matières azotées en une pâte qui constitue ce qu'on a

appelé très-improprement le *chyme*. Mais quand on examine au microscope les aliments azotés contenus dans l'estomac pour savoir l'action intime qu'ont subie les tissus animaux, on constate que cette dissolution n'est qu'apparente, au moins pour un grand nombre de parties alimentaires. On voit, par exemple, que les fibres musculaires, dans la chair qui a séjourné dans le suc gastrique, sont simplement dissociées et désagrégées en fragments plus ou moins ténus, mais parfaitement reconnaissables. Il n'y a eu en quelque sorte qu'une simple désagrégation de la fibre musculaire, par suite de la dissolution de la matière interfibrillaire ou unissante. Il en est de même pour beaucoup d'autres tissus, les tissus nerveux glandulaires, etc., sont dans le même cas : aussi j'ai employé depuis longtemps et je conseille dans mes cours d'employer le suc gastrique pour isoler les éléments histologiques, parce que ce liquide gastrique les isole et les sépare très-bien, en dissolvant seulement le tissu unissant, mais non les éléments anatomiques spéciaux. Il est remarquable de voir que cette désunion de la partie fibreuse des muscles, par exemple, par suite de la dissolution de la matière gélatineuse intermédiaire opérée par la portion active du suc gastrique, soit précisément la même que celle que peuvent produire l'ébullition ou l'action très-prolongée d'un acide énergique étendu d'eau. C'est ainsi que la viande très-longtemps soumise à l'ébullition est réduite à une espèce de fluide qu'on appelle un *consommé*, et qui n'est autre chose en réalité que la division et la désagrégation de la fibre musculaire, par la dissolution ou transformation en colle du tissu cellulaire unissant. De sorte qu'en définitive le suc gastrique n'agit dans la digestion des matières azotées qu'en dissolvant le tissu cellulaire ou les tissus capables de fournir de la colle. Dans la digestion des os, il agit ainsi en dissolvant les matières gélatineuses de l'os et désagrégeant les matières terreuses qui les constituent et qui sont dans la plus grande partie rejetées non altérées sous le nom d'*album græcum*, comme cela a lieu chez les chiens lorsqu'ils ont mangé des os en grande quantité.

La cuisson agit encore ici sur ces matières azotées et sur les os d'une manière tout à fait analogue au suc gastrique. Toutefois dans l'estomac ces actions ont lieu à une température moins élevée, et plus rapidement cependant, à cause du ferment que renferme le liquide stomacal.

Le suc gastrique de tous les animaux ne possède pas cette énergie dissolvante au même degré : c'est ainsi que le suc gastrique des chiens est beaucoup plus énergique sous ce rapport que celui des lapins et des chevaux. J'ai essayé souvent l'action dissolvante du suc gastrique des lapins et des

chevaux sur la viande; elle m'a paru très-faible, comparée à celle des chiens.

Lorsqu'on fait agir le suc gastrique sur les principes immédiats azotés, sur la fibrine, l'albumine coagulée, par exemple, il ne dissout pas entièrement ces produits. On reconnaît, à l'œil nu même, un dépôt formé par la partie indissoute.

Nous avons dit que la partie dissoute dans la chair musculaire par le suc gastrique est une substance intercellulaire capable de se changer en colle ou en gelée; on peut s'en convaincre en faisant l'expérience suivante : On sacrifiera un animal en digestion de viande cuite ou crue environ deux heures après son repas, on prendra les matières de l'estomac dont la digestion ne fait que commencer, on y ajoutera un peu d'eau, qu'on y mélangera bien, et on jettera le tout sur un filtre. Le liquide qui filtrera se prendra en gelée, parce que la réaction acide du suc gastrique qui s'opposait à ce phénomène, aura été diminuée par l'addition d'eau. On trouvera dans ce liquide filtré et dans cette matière gélatineuse les caractères de ce qu'on a appelé la *peptone* ou l'*albuminose*. Toutefois, il faudrait savoir si quelques-uns des caractères qu'on attribue à cette matière digérée ne viennent pas directement de la sécrétion gastrique; car, en ingérant de l'éther ou de l'alcool dans l'estomac de chiens à jeun, j'ai vu se former une sécrétion gastrique acide abondante, dans laquelle on pouvait constater tous les caractères de la peptone ou albuminose, bien qu'il n'y eût eu aucune trace de viande ingérée dans l'estomac à ce moment.

Le suc gastrique décompose certaines substances, telles que les cyanures, à raison de sa réaction acide, attaque et dissout des métaux, comme le fer, etc. Ce sont de pures actions chimiques dues à l'acide du suc gastrique, mais non à son action physiologique. Il n'agit aucunement sur les substances cornées ou épidermiques, et son action sur les matières alimentaires est finalement analogue à celle que la cuisson leur fait subir, de sorte que la digestion stomacale est plutôt une modification physique des aliments qu'une modification chimique. Cette dernière a lieu surtout dans l'intestin, ainsi que nous le verrons.

Lorsque les matières azotées ou albuminoïdes dissociées par le suc gastrique et dissoutes seulement en partie arrivent dans le duodénum, elles s'y comportent tout autrement que les matières non azotées. Tandis que les dernières ne subissent aucune altération par leur contact avec la bile, les premières, au contraire, sont immédiatement précipitées de leur dissolution acide par le fluide biliaire. La partie de l'aliment qui a été dissoute par le suc gastrique est coagulée par la bile : on peut se convain-

cre de cela en filtrant le contenu de l'estomac chez un animal en digestion de viande. En ajoutant de la bile au liquide filtré, on obtient immédiatement un précipité, ce qui n'a pas lieu quand la sécrétion du suc gastrique est excitée chez l'animal à jeun, ou que le suc gastrique a été mis en contact avec des matières non azotées, fécule, sucre ou graisse. Quand les aliments azotés passent de l'estomac dans le duodénum, il se forme un précipité jaunâtre de toute la matière dissoute, qui adhère intimement aux villosités intestinales. La sécrétion visqueuse des glandes duodénales favorise, sans aucun doute, cet arrêt des substances précipitées, retient en même temps les matières non dissoutes et les fait séjourner le plus longtemps dans le duodénum, comme pour leur faire subir d'une manière plus prolongée l'action des liquides digestifs qui s'y rencontrent.

Dans cette précipitation, l'action du suc gastrique a complétement été annihilée. Cela a lieu quand on mélange directement le suc gastrique avec la bile. Si l'on filtre alors le liquide qui passe à travers le filtre, on n'a plus aucune espèce d'action digestive, bien qu'on acidule ce liquide, s'il a été neutralisé. Ceci semblerait indiquer que la bile précipite la pepsine en même temps que la matière rendue soluble de l'aliment. Ce fait pourrait expliquer comment la présence de la bile dans l'estomac trouble la digestion. Du suc gastrique auquel on a ajouté une proportion de bile perd également ses propriétés digestives.

Le suc pancréatique devra donc agir dans le duodénum sur deux espèces de produits : 1° sur les fibres musculaires ou autres éléments de tissus animaux seulement dissociés, mais non dissous ; 2° sur la partie de l'aliment azoté qui, ayant été rendue soluble par le suc gastrique, a de nouveau été précipitée à l'état insoluble par l'action de la bile. C'est, en effet, le suc pancréatique qui a la propriété spéciale de dissoudre définitivement ces deux produits, car la digestion des matières azotées est loin d'être achevée dans l'estomac, ainsi qu'on le croit généralement.

Il est à remarquer que le suc pancréatique, en dissolvant ces substances azotées, donne lieu à des produits qui offrent constamment une réaction acide, réaction qui ne peut pas être attribuée au suc gastrique, puisqu'il a été complétement neutralisé par la bile, mais qui résulte évidemment d'une réaction spéciale des matières alimentaires avec le suc pancréatique, avec la bile et avec la sécrétion des glandules duodénales.

Mais il semble que l'intervention de la graisse, même en quantité très-faible, soit nécessaire pour produire cette acidification du mélange. Lorsqu'on met en contact en dehors de l'animal du suc pancréatique avec de

la bile, le mélange reste alcalin; c'est seulement après l'addition d'une petite quantité de graisse qu'il se produit une acidité très-manifeste. C'est peut-être à la présence d'une quantité de graisse plus ou moins considérable que la viande doit de donner lieu à une réaction constamment acide dans l'intestin pendant la digestion chez les carnivores ou les omnivores, tandis que les matières féculentes qui sont exemptes de graisse donnent toujours lieu à une réaction alcaline chez les carnivores aussi bien que chez les herbivores. Il serait intéressant de constater si la gélatine ou la fibrine, qui sont des substances azotées à peu près complétement débarrassées de graisse, produisent dans l'intestin une réaction acide ou alcaline, et si en sortant de l'estomac leur mélange devient trouble par une sorte de précipitation avec les éléments de la bile.

La digestion duodénale se fait toujours au contact de deux liquides, la bile et le suc pancréatique, et ce dernier fluide agit en même temps que la bile, ou toujours après elle. On pourrait encore ajouter le fluide visqueux des glandules duodénales. Nous ne parlerons pas ici des troubles que l'absence de la bile peut apporter dans les phénomènes digestifs, cela nous conduirait hors de notre sujet; nous ne nous occuperons que des modifications qui sont consécutives à la soustraction du suc pancréatique. Or, d'après ce que nous avons dit précédemment, l'absence du suc pancréatique doit retentir sur la digestion des trois espèces de matières alimentaires, puisque le suc gastrique, ainsi que nous le savons, ne digère en réalité aucun aliment d'une manière complète, pas même les matières azotées, et qu'il ne les modifie que d'une façon analogue à l'action de la cuisson prolongée.

Cette nécessité de l'intervention du suc pancréatique dans la digestion des trois espèces de matières alimentaires se vérifie complétement par l'observation sur l'animal vivant. Il suffira de nous rappeler à ce sujet ce que nous avons vu chez les animaux auxquels nous avons détruit le pancréas. Nous savons que l'on retrouvait dans leurs excréments non-seulement les matières grasses, mais encore les morceaux de pommes de terre contenant la fécule non digérée, et même des morceaux de tripes reconnaissables à leur aspect, à cause de leur peu d'altération (Expérience n° 10, p. 104).

Chez l'homme, la non-digestion des matières féculentes et azotées doit être plus difficile à observer que chez les animaux, parce que ces matières féculentes et azotées sont déjà profondément modifiées par l'assaisonnement culinaire avant d'être ingérées dans le canal intestinal; les matières grasses fluidifiées restent toujours beaucoup plus faciles à reconnaître.

L'absence du suc pancréatique, en empêchant le deuxième temps de la

digestion intestinale, produit une espèce de *lienterie*. Il serait intéressant de savoir si cette maladie est souvent liée à des affections pancréatiques.

Nous devons donc reconnaître que le mélange du suc pancréatique avec la bile et le fluide des glandules de Brunner constitue le liquide normal qui dans l'organisme opère le deuxième temps de la digestion, c'est-à-dire la digestion intestinale. Il était dès lors important de rechercher quelles pouvaient être les propriétés digestives de ce mélange. Or il est remarquable que ce liquide obtenu par l'union de la bile et du suc pancréatique devienne un liquide digestif très-actif et pouvant agir indistinctement sur les trois espèces de matières alimentaires. Lorsqu'on recueille dans l'intestin d'un animal mammifère, d'un chien ou d'un lapin par exemple, en pleine digestion le liquide intestinal tel qu'on le rencontre, quelle que soit d'ailleurs l'alimentation, on lui trouve les propriétés que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire qu'il agit sur les matières grasses, féculentes et azotées lorsque celles-ci ont été préparées par le suc gastrique ou par la cuisson.

Il est facile de démontrer que ce liquide digestif intestinal ne provient pas de la sécrétion spéciale de quelques glandes de l'intestin, mais d'un simple mélange des liquides que nous avons signalé plus haut (bile et suc pancréatique). J'ai pensé, d'après cela, qu'on pourrait faire un suc intestinal qui aurait toutes les propriétés digestives réunies, en observant toutefois quelques particularités que nous allons indiquer, après avoir donné le procédé pour former artificiellement ce liquide.

Voici comment je prépare ce liquide digestif. Je place dans un flacon : 1° de la bile fraîche; 2° j'ajoute ensuite dans le liquide biliaire un morceau de pancréas frais bien broyé.

Le tout mis au bain-marie prend bientôt une odeur fade, en même temps que le tissu du pancréas se ramollit et se fluidifie en quelque sorte. On peut ajouter alors de l'eau, et laisser digérer encore pendant quelque temps, toujours au bain-marie. On filtre et l'on obtient un liquide jaunâtre qui a la propriété de digérer rapidement la viande, la fécule et la graisse, ainsi que nous le verrons bientôt. Il y a un fait intéressant, c'est qu'en général lorsque le liquide s'est acidifié, il semble devenir plus actif, et c'est indubitablement la graisse qui est la cause de cette acidification, ainsi que le prouve l'expérience suivante :

Du pancréas frais de chien fut ajouté à de la bile de bœuf, le tout placé au bain-marie; dix minutes après, la réaction n'était pas acide. On ajouta alors un peu de saindoux, et presque immédiatement le mélange devint acide, et il s'en exhalait une odeur de chien tout à fait spéciale.

Les propriétés que possède ce suc intestinal artificiel sont à peu de chose près celles du suc pancréatique; car la bile parelle-même est à peu près inerte sur les matières alimentaires, de même aussi que le liquide visqueux fourni par les glandules duodénales. Cependant la bile intervient positivement pour communiquer à ce liquide des propriétés spéciales. Et à ce sujet, j'ai observé des faits singuliers. J'ai vu, par exemple, que si l'on mélangeait d'abord le suc pancréatique ou le pancréas avec la graisse, et que l'on ajoutât ensuite seulement la bile, ce suc n'avait plus les mêmes propriétés actives; il faut que la graisse soit d'abord mise en contact avec la bile, et puis après avec le suc pancréatique. Ce qui est parfaitement d'accord avec la succession des liquides dans l'intestin, qui est telle, que la graisse reçoit toujours l'action de la bile avant celle du suc pancréatique.

J'ai fait des sucs intestinaux artificiels avec la bile et le pancréas chez le chien, le bœuf, le cheval, le lapin et l'homme à l'état de santé (chez des suppliciés). Chez l'homme et chez tous les autres animaux, j'ai produit ainsi des sucs doués de propriétés semblables.

Le suc intestinal présente cette particularité remarquable, qu'il dissout toutes les matières alimentaires, pourvu qu'elles aient été préparées par le suc gastrique ou par la cuisson suffisamment prolongée; ceci explique pourquoi ce suc ne digère que la viande cuite et ne digère qu'incomplétement la viande crue, car, dans ce dernier cas, il laisse le tissu cellulaire inattaqué : ce tissu est, ainsi que nous l'avons vu, spécialement digéré par le suc gastrique qui agit dans ce cas comme la cuisson elle-même. Ce suc intestinal présente en outre une assez grande tendance à la putréfaction, et les matières y éprouvent cependant une altération très-rapide, mais en suivant une marche différente de celle de la putréfaction proprement dite qui a lieu dans le suc pancréatique seul. Cette dernière propriété est due à la présence de la bile, qui donne des caractères particuliers aux phénomènes de décomposition qui surviennent dans l'intestin au sein du suc intestinal, en même temps qu'elle fait cesser les propriétés du suc gastrique en arrêtant les phénomènes de la digestion stomacale. Nous avons déjà signalé cette propriété de la bile, et elle est bien remarquable en effet. Si l'on ajoute un peu de bile à du suc gastrique qui ne contient aucune matière azotée en dissolution, il n'y a qu'un simple mélange sans précipitation; tandis que si le suc gastrique est chargé de matières azotées dissoutes, il y a une précipitation de toute la matière dissoute par la bile; mais le suc gastrique est devenu dès lors inapte à reproduire une nouvelle digestion après qu'il a subi ce mélange avec la bile. Cela nous explique comment la bile arrivant par le py-

lore dans certains cas morbides ou par la bouche, comme cela a lieu quelquefois chez les animaux où l'on a établi des fistules biliaires, la digestion stomacale se trouve dérangée ; enfin cela démontre encore que les phénomènes de la digestion stomacale finissent au pylore, et qu'ils ne se continuent pas dans l'intestin ; la bile les arrête, car le suc gastrique perd son activité en arrivant dans l'intestin, et ne communique aucune de ses propriétés au liquide intestinal proprement dit. Nous rappelons encore que, outre cette action spéciale du liquide intestinal sur les matières azotées, il en exerce une autre très-manifeste sur les matières grasses et sur les matières amylacées, seulement quand elles ont été attaquées déjà par la cuisson ou par l'action préalable du suc gastrique.

Nous devons encore signaler un autre caractère du suc digestif qui se rencontre dans l'intestin, après que la bile et le fluide pancréatique ont été mélangés, c'est sa grande viscosité. Les glandes duodénales de Brunner et les autres follicules de l'intestin peuvent donner naissance à des liquides muqueux qui favorisent ou retardent la marche des matières intestinales, mais qui ne paraissent pas avoir des propriétés chimico-digestives bien marquées. J'ai recueilli du liquide des glandes de Brunner, après avoir préalablement lié le conduit cholédoque et les deux conduits pancréatiques, et je n'ai pas trouvé d'action digestive sensible dans ce liquide. Toutefois ce liquide visqueux, ainsi que nous l'avons déjà dit, peut contribuer à retenir les particules alimentaires déjà très-divisées dans l'estomac contre les parois intestinales, particulièrement contre celles du duodénum, de manière à les maintenir en contact plus prolongé avec les sucs digestifs.

Il s'agirait encore de savoir si la viscosité de ce liquide intestinal empêche la fermentation avec dégagement de gaz dans quelques cas où il existe des substances, comme le sucre, qui pourraient donner lieu à des fermentations avec formation de gaz. Je signalerai un fait que j'ai observé à ce sujet : Lorsqu'on retire de l'intestin d'un cheval en digestion d'avoine le mélange alimentaire contenu dans l'intestin grêle, on lui trouve une consistance très-visqueuse, qu'il perd peu à peu quand on l'a tiré hors de l'animal. On voit à ce moment, à mesure que la viscosité diminue, la fermentation s'établir rapidement, et une grande quantité de bulles gazeuses se dégager comme cela a lieu dans la fermentation alcoolique la plus active. Je n'ai pas examiné la nature des gaz qui se développaient. Dans une autre expérience, j'ai pris deux lapins en digestion, et tous deux furent placés dans une étuve ; seulement l'un des deux avait immédiatement auparavant été tué par la section du bulbe rachidien. Au bout de quelques instants, le

lapin tué devint énormément distendu par la formation de gaz qui remplissaient tout l'intestin grêle; tandis que chez l'animal vivant cette reproduction de gaz n'avait aucunement eu lieu. Je me suis demandé, dans ce dernier cas, si c'était à la viscosité du liquide qu'il fallait attribuer l'absence du phénomène pendant la vie, ou si, indépendamment de la viscosité du liquide qui se renouvelait toujours chez l'animal vivant, il n'y avait pas encore d'autres causes, telles que la compression des parois abdominales, qui s'opposaient à la formation de cez gaz.

Il m'a semblé remarquer pourtant que chez les animaux en digestion de matières féculentes, lorsqu'il existait du sucre dans l'intestin, la fermentation avec la levûre de bière ne s'établissait pas aussi facilement dans ce liquide intestinal visqueux que lorsqu'on l'avait préalablement étendu avec de l'eau.

En résumé, nous voyons que le suc pancréatique ne confond aucunement son action avec le suc gastrique, car la bile qui les sépare anéantit toutes les propriétés du suc gastrique. Mais le suc pancréatique, au contraire, confond ses propriétés avec la bile, et c'est en réalité toujours un mélange de bile, de suc pancréatique et de fluide des glandules duodénales qui agit sur les aliments et qui constitue le liquide digestif normal de l'intestin. La bile, qui est à peu près inerte par elle-même sur les matières alimentaires, contracte les propriétés énergiques avec le suc pancréatique; c'est une action spéciale qui résulte du mélange. Or nous ne devrons jamais oublier que ces caractères digestifs sont donnés à la bile par le suc pancréatique. Jamais la bile ne les possède par elle-même; de sorte que toutes les fois que nous retrouverons chez les animaux la bile avec ces caractères digestifs, nous devrons en conclure qu'elle a été mélangée avec le suc pancréatique, et que par conséquent il existe un pancréas. Nous verrons plus tard à appliquer cette donnée pour déterminer l'existence du pancréas chez les animaux où cet organe n'a pas encore été déterminé. Il nous suffit pour le moment de signaler ce fait qui se vérifie chez tous les animaux où il existe un foie et un pancréas distincts et isolés l'un de l'autre.

§ III. — *Théorie générale de l'action du suc pancréatique dans les phénomènes de la digestion.*

En examinant expérimentalement, dans le chapitre précédent, l'action du suc pancréatique sur les matières alimentaires grasses et autres, nous avons vu que l'action de ce liquide s'étend en réalité aux trois ordres de substances alimentaires, savoir les matières grasses, féculentes et albuminoïdes. On ne saurait pour cela en inférer qu'à lui seul le suc pancréatique

est le liquide digestif général, parce qu'il ne produit cet effet qu'en agissant dans un ordre de succession déterminé avec les autres liquides intestinaux. Nous avons vu que sous ce rapport il n'existe pas une localisation aussi tranchée qu'on l'avait cru dans les facultés digestives des différentes portions de l'intestin ou des différents sucs digestifs. Les mêmes substances alimentaires doivent être élaborées d'une manière successive par plusieurs liquides intestinaux, et le suc pancréatique, placé le dernier dans l'ordre de succession des liquides digestifs achève définivement, pour toutes les substances alimentaires, les métamorphoses digestives, qui ne sont en réalité que commencées ou préparées par les liquides agissant avant lui.

Le suc pancréatique, ainsi considéré dans ses rapports d'action avec les autres liquides digestifs, possède une importance plus grande que celle qu'on lui avait jusqu'alors attribuée. Il nous reste actuellement à résumer ce que l'expérience nous a montré dans cette action réciproque et mutuelle des liquides digestifs sur les substances alimentaires, action qui doit être séparée et étudiée distinctement dans chaque fluide pour faire l'analyse abstraite de la fonction, mais qui ne peut plus être considérée ainsi quand il s'agit d'étudier le phénomène dans son ensemble et dans les conditions où il se passe dans l'individu vivant. Car alors la fonction se compose d'une série de phénomènes placés dans une dépendance réciproque et concourant tous à un but commun. La digestion naturelle n'est donc pas, comme on avait pu le croire d'après le procédé des digestions artificielles, composée d'une série de phénomènes ou d'actions isolées et indépendantes les unes des autres.

Les phénomènes chimiques de la digestion ne commencent réellement que dans l'estomac où les aliments séjournent assez longtemps, et ces phénomènes se terminent dans l'intestin grêle, de sorte que c'est entre ces deux points que nous verrons la succession d'action de tous les liquides digestifs réellement actifs. Nous allons examiner ces actions : 1° dans l'estomac (*digestion stomacale*); 2° dans le duodénum (*digestion intestinale*).

1°. *Caractère de la digestion stomacale.* — La digestion stomacale s'effectue essentiellement au moyen du suc gastrique. Ce liquide agit, comme on sait, par l'acide qu'il renferme et par une matière organique active à laquelle on donne le nom de *pepsine*. Le suc gastrique produit dans les substances alimentaires des modifications qui n'entraînent dans ces substances aucune altération analogue à une décomposition avec gaz ou à une putréfaction. Au contraire, l'action du liquide gastrique est essentiellement antiputride, et cette propriété du suc gastrique depuis Réaumur et Spallanzani a été constatée par tous les expérimentateurs.

L'expérience nous a montré que le suc gastrique altère les substances alimentaires à la manière de la cuisson prolongée, qui elle-même s'oppose à la putréfaction. Le liquide gastrique hydrate rapidement la fécule à la manière de l'eau chaude acidulée. Il imbibe également le tissu ligneux; toutefois on ignore si l'énergie de cette action pourrait aller jusqu'à transformer le tissu ligneux végétal en sucre; et, sous ce rapport, le suc gastrique des lapins et des herbivores, en général, paraît beaucoup plus actif, en raison peut-être de son acidité plus grande, que le suc gastrique des chiens ou des animaux carnivores. En outre, le suc gastrique dissout complétement toutes les substances capables de donner de la colle par la coction; c'est ce qui a lieu pour le tissu cellulaire animal, pour le tissu des os, etc. L'acidité de l'estomac empêche de savoir directement si dans ce cas le suc gastrique n'agit pas lui-même absolument comme la cuisson prolongée, en transformant en gélatine les tissus qu'il est capable de dissoudre. En effet, la gélatine se distingue par ce caractère, qu'elle se liquéfie à la chaleur et se prend en gelée par le refroidissement; mais tous les acides, sans exception, enlèvent à la gélatine la propriété de se reprendre en gelée, et lorsque cette substance a été dissoute dans le suc gastrique elle ne peut plus être reconnue à ce caractère. On comprend dès lors que cette action du suc gastrique pour transformer le tissu cellulaire en gélatine devra être constatée par d'autres caractères, ou bien il suffira, comme nous l'avons dit ailleurs, d'ajouter de l'eau pour diminuer l'acidité du suc gastrique, et l'on verra la substance dissoute se prendre en gelée.

En dissolvant le tissu cellulaire unissant, le suc gastrique dissocie les éléments des os, des muscles, etc., et les prépare ainsi à la digestion intestinale; mais nous avons déjà dit que jamais il ne les dissout réellement, comme on peut le constater à l'aide du microscope, qui permet de reconnaître les fibres musculaires. Cette action dissociante du suc gastrique sur la viande est beaucoup plus marquée chez les carnivores, tels que les chiens ou les chats, que chez les lapins ou les chevaux, ce qui indiquerait que ce n'est pas uniquement l'acidité qui joue un rôle dans ce phénomène, mais que la pepsine intervient plus activement chez les animaux carnivores. Relativement à cette action du suc gastrique dans l'estomac, nous rappellerons que la graisse se trouve isolée de ses cellules en même temps que les fibres musculaires sont dissociées et que la fécule est hydratée.

En résumé, la digestion stomacale a pour effet de dissocier, d'imbiber les substances alimentaires, beaucoup plus que de les dissoudre. Les modifications que ce suc leur fait subir paraissent beaucoup plus physiques que

chimiques. Après cette action, les matières alimentaires forment une sorte de pâte à laquelle on a donné le nom de *chyme*, mot essentiellement vide de sens, puisque cette pâte varie de composition comme les aliments ingérés.

Constamment la digestion stomacale s'effectue sous l'influence d'une réaction acide invariable qui ne permet pas aux matières d'y subir une décomposition putride. Cette acidité n'empêche pas toutefois certaines fermentations de s'y développer En effet, j'ai souvent introduit dans l'estomac des lapins ou des chiens munis de fistules, de la levûre de bière et du sucre, et il est arrivé que l'alcool produit agissait sur l'animal et lui causait les symptômes de l'ivresse. Ce phénomène n'avait pas lieu chez les chiens, à cause de leur vigueur relative plus grande, et ce n'était pas la présence seule du suc gastrique qui s'opposait à cette action ; car en retirant le mélange de l'estomac par la fistule, on voyait immédiatement le dégagement de gaz s'opérer et la fermentation continuer. Cependant on n'avait aucune présence de gaz dans l'estomac ; mais on peut admettre que celui-ci était dissous et absorbé en même temps que l'alcool qui avait pu se produire.

2°. *Caractère de la digestion intestinale.* — Lorsque les aliments ont été ainsi préparés par le suc gastrique, ils descendent dans l'intestin et y arrivent successivement et par petites portions après un temps qui varie suivant la nature des substances et le mode de préparation qu'elles ont subi avant l'ingestion. Les substances végétales, en général, séjournent moins longtemps dans l'estomac que les matières animales, et parmi ces dernières la viande cuite descend plus vite dans l'intestin que la viande crue, dont le tissu cellulaire, n'ayant pas été préalablement altéré par la cuisson, exige une action plus longtemps prolongée du suc gastrique.

En arrivant dans l'intestin, tous les phénomènes de la digestion stomacale s'arrêtent au contact de la bile, qui forme une véritable barrière entre les deux digestions, ainsi que nous l'avons déjà dit. La bile précipite les matières animales dissoutes dans le suc gastrique, et les fixe en quelque sorte contre les parois abdominales, sous la forme de flocons jaunes (chyle brut de Magendie). Les particules non dissoutes sont également retardées dans leur cours par la viscosité de l'humeur des glandes de Brunner, ainsi que les matières grasses et amidonnées. A ce moment, toutes les matières sorties de l'estomac sont baignées dans un liquide visqueux formé par la bile, par le suc gastrique dont l'action a été anéantie, par le suc pancréatique et par le liquide visqueux des glandes de Brunner ; les phénomènes de transformation qui s'opèrent dans les aliments sont d'une nature toute différente de ceux qui se sont accomplis dans l'estomac.

La bile est, ainsi qu'on le voit, un liquide devant agir intermédiairement entre le suc gastrique, qui est le fluide spécial de la digestion stomacale, et le suc pancréatique, qui est l'agent le plus énergique de la digestion intestinale ; elle fait cesser le premier ordre de phénomènes et prépare en même temps le second. Nous avons vu, en effet, que le lieu de déversement de la bile reste chez les animaux toujours invariablement le même, tandis que celui du suc pancréatique peut varier et être situé plus bas dans l'intestin ; ce qui fait que ce liquide ne se trouve jamais dans le cas d'agir longtemps avant la bile.

Le mode de préparation que la bile fait éprouver aux matières alimentaires avant ou en même temps qu'ils subissent la digestion intestinale, est assez difficile à expliquer dans l'état actuel de nos connaissances ; cette action paraît être une sorte d'influence de présence qui dirige les décompositions alimentaires sous l'influence du suc pancréatique, de telle façon que cette décomposition digestive ne donne pas lieu aux mêmes produits qui résulteraient d'une décomposition spontanée. C'est ainsi que nous avons vu une réaction acide accompagner constamment la décomposition digestive des matières azotées dans l'intestin sur l'animal vivant, et une réaction alcaline, au contraire, accompagner celle des substances sucrées ou amylacées. En dehors de l'animal, la décomposition spontanée de ces matières serait inverse. Dans le cœcum, lorsque la bile a épuisé son action, on voit alors la décomposition des matières échappées à la digestion reprendre le caractère d'une décomposition spontanée ordinaire.

C'est donc toujours après l'action de la bile ou simultanément avec elle, que le suc pancréatique vient porter sur les aliments son influence éminemment altérante et décomposante ; il constitue ainsi un antagonisme avec la digestion stomacale, qui présente des caractères opposés. Cette action altérante s'exerce sur toutes les substances, ce qui ne veut pas dire, et nous le répétons à dessein, que le suc pancréatique soit l'agent d'un digestion complète de toutes les substances, car il ne peut agir convenablement sur elles qu'après que le suc gastrique et la bile les ont préalablement modifiées et préparées. Mais ce qu'il y a de positif et ce que l'expérience démontre, c'est que le suc pancréatique concourt avec les autres liquides à la digestion de toutes les substances alimentaires ; dans l'ordre de succession des liquides et dans l'ordre des décompositions chimiques, il achève la digestion en imprimant aux substances les dernières modifications altérantes, plus profondes que celles de tous les autres fluides digestifs. On voit, en effet, le suc pancréatique émulsionner instantanément la graisse et la rendre en

partie absorbable sous la forme de graisse neutre. On voit la fécule, qui de l'estomac passe dans l'intestin, se changer immédiatement sous l'influence du suc pancréatique en principes sucrés. Enfin on voit encore les matières azotées qui arrivent indissoutes dans l'intestin, se dissoudre seulement quand elles arrivent au contact du suc pancréatique.

A partir du duodénum, la digestion, en tant que modification chimique des substances alimentaires, est terminée, et le reste de l'intestin est à peu près exclusivement dévolu à l'absorption, en même temps que les modifications commencées dans le duodénum s'y prolongent plus ou moins loin.

En résumé, le suc pancréatique entraîne la décomposition digestive finale des aliments, et quand on voudra se rendre compte de l'action de ce liquide sur le vivant, il faudra toujours le considérer en rapport avec la digestion intestinale de toutes les substances, et non point avec la digestion restreinte de tel ou tel principe alimentaire. Nous rappellerons à ce sujet que chez les chiens auxquels nous avons détruit le pancréas au moyen de l'injection de graisse dans les conduits pancréatiques, nous avons rencontré dans les excréments non-seulement la matière grasse, mais encore la fécule et la viande, qui étaient reconnaissables à leurs caractères et n'avaient pas subi de dissolution (Expérience 10e, page 104).

Les expériences obtenues par les digestions artificielles, ainsi que celles faites sur le vivant, s'accordent pour démontrer que le suc pancréatique est un agent indispensable dans les phénomènes de la digestion intestinale.

D'après tout ce qui a été dit précédemment sur le rôle que le suc pancréatique joue dans l'ensemble des phénomènes de la digestion, on voit que les actes de cette fonction peuvent être partagés en deux groupes de phénomènes ou en deux digestions en quelque sorte antagonistes par leur nature, savoir : la *digestion stomacale* et la *digestion intestinale*.

La première, dont la nature antiputride est représentée par les caractères du liquide qui en est l'agent principal, le suc gastrique, dissocie les éléments des substances alimentaires, tout en leur communiquant la propriété de résister pendant ce travail à la décomposition spontanée.

La seconde, dont la nature putrescible est représentée par l'altérabilité même du liquide principal qui l'accomplit, le suc pancréatique, dissout les substances en entraînant de concert avec la bile leur décomposition digestive. Suivant que l'estomac ou le pancréas prédominent, il y a un rapport différent dans la prédominance de ces deux groupes de phénomènes chez les animaux.

Quant à la matière définitive qui résulte de cette série d'actions que les

sucs intestinaux, et particulièrement le suc pancréatique, font éprouver aux matières alimentaires azotées, on ne saurait lui assigner aucun caractère défini. On a cherché à la définir en la comparant à de la gélatine, à une albumine particulière; on a cru la caractériser en lui donnant nom de *peptone* ou d'*albuminose*. A ce principe azoté viennent se joindre en plus petite quantité des principes gras et sucrés. Il me semble absolument inutile de chercher à caractériser le liquide nutritif résultant de la digestion d'une manière précise et définie; car il est bien certain pour moi que les principes immédiats qui constituent le corps des animaux ne sauraient être trouvés tout formés dans leurs aliments. La matière résultant de la digestion forme un liquide analogue à ces matières indifférentes qu'on appelle *blastème*, qui contiennent en elles-mêmes tous les éléments de l'organisation animale, mais qui ne renferment en réalité aucun de ces éléments tout formés. En effet, le sang n'est constitué à l'aide de ce fluide réparateur qu'à la condition qu'il subisse les métamorphoses que l'organisme peut lui faire éprouver pour qu'il devienne apte lui-même à fournir les éléments du corps vivant.

CHAPITRE V.

DU PANCRÉAS ET DE SON ROLE CONSIDÉRÉS DANS LA SÉRIE ANIMALE.

D'après les expériences physiologiques rapportées précédemment et instituées chez les animaux mammifères, nous sommes arrivé à cette conclusion, que le pancréas, par la sécrétion qu'il fournit, joue un rôle indispensable dans l'accomplissement des phénomènes digestifs. Il s'agit actuellement de savoir si dans les autres classes d'animaux vertébrés ou invertébrés, où la même fonction digestive doit se retrouver à des degrés différents, à cause de l'analogie chimique des matières alimentaires, nous retrouverons le pancréas avec un tissu et un suc doués des mêmes propriétés physiologiques.

Malgré les modifications que les fonctions et les organes digestifs éprouvent dans la série des animaux, on doit toujours pouvoir retrouver les mêmes liquides doués d'action déterminée, sécrétés par des organes physiologiquement identiques, et ne pouvant être suppléés par aucun autre. Je pense et je professe depuis longtemps que, dans les sécrétions proprement dites, le produit caractéristique et actif de la sécrétion doit être considéré comme créé sur place dans la glande par une véritable évolution morphologique. Cette évolution organique, comme les autres actes de ce genre, est tout

à fait spéciale à un organe déterminé, et ne saurait être accomplie par un autre. Si l'organe manque, la fonction qu'il accomplissait manque également. Les organes qui, après leur disparition dans les organismes animaux, peuvent être suppléés par des appareils d'une autre nature sont généralement doubles, tels sont les reins qui peuvent se suppléer l'un l'autre, et qui chez les insectes paraissent remplacés par la membrane intestinale. Mais là ce déplacement de la fonction sécrétoire n'existe réellement pas, car les reins ne forment pas l'acide urique ni l'urée. Ce n'est qu'un déplacement du phénomène d'excrétion qu'il ne faut pas confondre avec la sécrétion.

Si ce que nous venons de dire n'était pas vrai, la physiologie comparée deviendrait impossible. Car il faudrait admettre qu'une fonction est accomplie dans une classe d'animaux par des organes qui ne sont plus les mêmes dans une autre classe. Dès lors il deviendrait inutile de rechercher les analogies qui existent entre les appareils organiques, puisqu'on reconnaîtrait d'avance qu'il n'y a pas de rapports nécessaires entre la nature physiologique de ces appareils et les fonctions qu'ils remplissent.

Nous espérons prouver dans ce qui va suivre que le pancréas, avec les propriétés que nous avons assignées à son tissu et à son suc dans les mammifères, se retrouve dans tous les animaux où il doit s'opérer une dissolution digestive proprement dite.

§ I^er^. — *Du pancréas et de son rôle chez les oiseaux.*

Le pancréas est généralement très-volumineux chez les oiseaux. Il constitue en quelque sorte chez ces animaux un organe multiple, en ce qu'il existe plusieurs conduits pancréatiques partant de pancréas distincts et venant se rendre dans l'intestin sans communiquer les uns avec les autres. Ces différents conduits pancréatiques ne s'anastomosent pas entre eux, ce qui constitue une différence entre les conduits pancréatiques des oiseaux et ceux des mammifères.

L'insertion des conduits pancréatiques chez les oiseaux a lieu d'après la même loi que chez les mammifères ; ils affectent les mêmes rapports avec le conduit biliaire, c'est-à-dire que le conduit biliaire s'ouvre toujours avant les conduits pancréatiques. Chez quelques oiseaux, tels que le pigeon par exemple, il existe trois conduits biliaires et trois conduits pancréatiques qui alternent successivement les uns avec les autres. Dans ces cas, les deux fluides biliaire et pancréatique peuvent être considérés comme déversant simultanément. Mais toutes les fois que, chez ces animaux, les conduits biliaires et pancréatiques se trouvent séparés par une grande distance les

uns des autres, on observe constamment que, comme chez les mammifères, le déplacement a lieu dans le conduit pancréatique. C'est ainsi que chez l'autruche, par exemple, ce dernier s'ouvre beaucoup plus bas que le conduit cholédoque.

La structure histologique du pancréas ne paraît pas différer chez les oiseaux et chez les mammifères.

Les propriétés du tissu pancréatique sont identiques à celles qu'on observe chez les mammifères. Nous ne ferons que les signaler ici brièvement; nous nous sommes longuement étendu sur la manière de constater ces propriétés à propos des mammifères (Chap. II, § III).

1°. L'infusion du tissu pancréatique dans un commencement de décomposition possède la propriété de rougir par le chlore. Cette matière colorable paraît même très-abondante, et elle se comporte vis-à-vis des réactifs exactement comme celle qui provient du pancréas des mammifères.

2°. Le tissu frais du pancréas possède, comme chez les mammifères, la propriété de fluidifier rapidement l'empois d'amidon et de le transformer en dextrine et en glucose.

3°. L'acidification des matières grasses est chez les oiseaux comme chez les mammifères le caractère essentiel ou exclusif du tissu pancréatique. Quand on traite ce tissu par l'alcool et ensuite par le réactif éthéré et la solution aqueuse de tournesol, ainsi que cela a été décrit ailleurs, on voit très-rapidement la réaction acide caractéristique se manifester, et cela à l'exclusion de tous les tissus glandulaires ou autres de l'animal.

Le caractère de l'acidification de la graisse est beaucoup plus certain chez les mammifères que la coloration par le chlore; il en est de même chez les oiseaux. Chez eux comme chez les mammifères, des infusions de la membrane muqueuse intestinale prise dans le jabot, l'intestin grêle, peuvent quelquefois fournir la coloration rouge par le chlore. Chez les chiens, j'ai vu également les membranes stomacales intestinales infusées, et même celle de la vessie urinaire, donner la coloration rouge avec le chlore, quand ces infusions commençaient à se décomposer. Mais jamais ces diverses membranes, chez les oiseaux comme chez les mammifères, ne donnent la réaction qui résulte de l'acidification de la graisse.

J'ai répété les expériences citées plus haut avec des pancréas de poulet, de pigeon et de canard, d'oie, etc.

4°. Le tissu du pancréas des oiseaux a la propriété d'émulsionner la graisse quand il est broyé avec elle, et de l'acidifier ensuite rapidement, ainsi que le prouve l'expérience suivante :

Des pancréas de poulets furent pilés et broyés avec de l'huile, il en résulta immédiatement une sorte d'émulsion pâteuse. Une portion de cette émulsion fut portée à l'ébullition au bain-marie, alors une partie de l'huile se sépara, et il s'exhalait du mélange par la cuisson une odeur tout à fait identique à l'odeur de poulet rôti.

Une autre portion de la même émulsion fut laissée à une température de 25 à 30 degrés dans une étuve pendant vingt-quatre heures. Elle devint acide, et en ajoutant de la potasse dans une partie de ce mélange, il se dégagea de l'ammoniaque en grande quantité, et on reconnut, en traitant convenablement l'autre partie du mélange, la présence d'un acide gras.

5°. Le suc pancréatique se présente aussi chez les oiseaux avec les mêmes caractères essentiels que ceux que nous avons observés dans les mammifères, ainsi qu'on va le voir :

Le 5 avril 1851, sur une oie adulte, bien portante, nourrie depuis quelques jours avec des pommes de terre cuites à l'eau et mélangées avec de la graisse, et étant en digestion, je pratiquai une fistule pancréatique. L'animal étant placé sur le dos, je fis une incision immédiatement au-dessous du sternum, qui intéressa successivement la peau et les muscles, et j'arrivai sur le duodénum après avoir déjeté le gésier à droite. Comme chez tous les animaux en digestion, le duodénum et le pancréas étaient rouges et présentaient une vive injection. Je cherchai les deux conduits pancréatiques principaux, et j'y introduisis, après les avoir fendus, des petits tubes d'argent de 8 à 9 centimètres de longueur et de 1 millimètre environ de diamètre intérieur, et je les fixai par une ligature. Les deux tubes étant serrés sur chacun des conduits, je replaçai le pancréas dans l'abdomen, et je fis une suture aux parois du ventre, en ayant soin de laisser sortir au dehors les extrémités libres des deux tubes. Je laissai ensuite l'animal en liberté, et il ne paraissait pas souffrant de l'opération, si ce n'est qu'il rendait très-fréquemment des excréments qui finirent même par être composés exclusivement par de l'acide urique. L'opération, qui fut assez rapidement faite, fut terminée à $12^h\,30^m$.

Le suc pancréatique ne commença à s'écouler par les tubes qu'à $2^h\,30^m$ (deux heures après l'opération). On apercevait alors à l'extrémité d'un des tubes, que nous nommerons le tube A, une goutte seulement d'un liquide clair, transparent, gluant et alcalin. J'appliquai alors une petite vessie de caoutchouc pour recueillir le liquide qui s'écoulait; l'animal ne paraissait pas souffrant et mangea du pain. A 5 heures du soir (quatre heures

et demie après l'opération), je trouvai environ 1 gramme de suc pancréatique dans la vessie de caoutchouc ; l'autre tube, que nous nommerons le tube B, restait toujours sec et ne donnait lieu à aucun écoulement de liquide. Le suc pancréatique obtenu par le tube A était clair, visqueux et gluant, offrant tout à fait les caractères physiques de celui du chien. Une petite portion, chauffée dans un tube, se coagula complétement, à la manière du blanc d'œuf. Le suc offrait au papier de tournesol une réaction alcaline très-marquée. Après avoir constaté ces caractères, la partie restante du suc pancréatique fut mélangée avec quelques gouttes d'huile d'olive ; il s'opéra aussitôt par l'agitation une émulsion parfaite, qui persistait encore le lendemain dans le même état, et le mélange avait pris une réaction très-manifestement acide au papier de tournesol. Le surlendemain, on examina le mélange acide au microscope, et on y constata la présence de cristaux ressemblant à ceux de la stéarine ou de l'acide stéarique.

Le même jour, 5 avril, à 10 heures du soir, je recueillis encore environ 1 $\frac{1}{2}$ gramme de suc pancréatique dans la vessie (A) de caoutchouc. Il présentait les mêmes caractères que ceux déjà indiqués plus haut ; seulement il contenait quelques grumeaux de matière muqueuse. A ce suc pancréatique alcalin j'ajoutai un peu de beurre et je maintins le mélange à une douce température. L'émulsion se fit avec facilité et d'une manière persistante. Le lendemain, le mélange était fortement acide au papier de tournesol, et j'y constatai au microscope la présence de cristaux ressemblant aux cristaux déjà indiqués plus haut. C'est à ce moment (10 heures du soir) qu'apparut seulement le suc pancréatique dans le second tube d'argent (tube B) auquel j'adaptai alors une vessie de caoutchouc comme au premier.

Le lendemain 6 avril, à 7 heures du matin, je trouvai la vessie (A) remplie complétement par 1 $\frac{1}{2}$ gramme environ de suc pancréatique : c'était tout ce qu'elle pouvait contenir. La vessie du tube B ne contenait rien, parce que le bouchon avait été déplacé pendant la nuit et que tout le suc sécrété s'était écoulé au dehors.

Le suc pancréatique recueilli le 6 avril présentait les mêmes caractères que la veille : il était toujours alcalin, visqueux et coagulable ; toutefois sa viscosité et sa coagulabilité avaient un peu diminué, et il s'en séparait, par le repos, quelques grumeaux muqueux qui présentaient au microscope un aspect filamenteux, en même temps que, par le refroidissement, ce liquide se prenait en une masse gélatineuse : caractère que nous avons souvent observé chez le chien. L'oie ne paraissait pas malade, elle mangea de la soupe qu'on lui donna. A $10^h\,30^m$ du matin, on recueillit encore dans

la vessie du tube A environ 1 gramme de suc pancréatique que l'on ajouta à celui précédemment obtenu et qui servit aux expériences suivantes :

1°. L'acide azotique produisit coagulation en masse du suc pancréatique; en ajoutant un excès d'acide, la matière ne fut pas dissoute, mais elle se crispa et devint jaune; en faisant bouillir, cette matière fut dissoute complétement. On constata comparativement avec du suc pancréatique de chien l'apparition des mêmes caractères.

2°. Par l'alcool à 40 degrés, le suc pancréatique de l'oie donna lieu à la précipitation abondante de flocons blancs-bleuâtres; on laissa déposer ces flocons à la partie inférieure du tube. On décanta ensuite l'alcool avec précaution, et on ajouta de l'eau à la température de 30 à 40 degrés qui opéra la dissolution de la matière préalablement coagulée, à l'exception de la substance muqueuse qui resta déposée et insoluble. Mais on constata qu'il y avait eu réellement dissolution de la matière précipitée par l'alcool; car si l'on reprenait le liquide filtré et débarrassé des parties muqueuses insolubles, on y retrouvait les caractères de l'albumine, c'est-à-dire coagulation par la chaleur et précipitation par l'acide azotique. Cette expérience démontre que la matière organique du suc pancréatique de l'oie, comme celle du même liquide chez le chien, a la propriété de se redissoudre une fois qu'elle a été précipitée par l'alcool.

Le même jour, 6 avril, à $5^h 30^m$ du soir, les deux tubes furent dérangés par l'animal et l'écoulement du suc pancréatique s'arrêta. On enleva les tubes.

D'après l'expérience précédente, on voit que le suc pancréatique de l'oie nous a offert tous les caractères du suc pancréatique du chien. Alcalin, coagulable et visqueux, il agit de même sur les matières grasses avec une grande énergie. Nous devons remarquer que l'oie a supporté plus facilement cette opération que les mammifères, puisque, immédiatement après, elle a continué à manger, ce qui n'arrive que très-rarement chez le chien. De même le liquide n'a pas paru s'altérer aussi rapidement que chez le chien, ce qui, du reste, s'accorde avec ce qu'on sait déjà sur le peu de gravité des opérations qu'on pratique dans l'abdomen chez les oiseaux. Après cette opération, l'oie a parfaitement guéri de sa plaie, et je constatai à l'autopsie faite dix-neuf jours après que les deux conduits ne s'étaient pas ressoudés de manière à permettre au suc pancréatique de reprendre son cours, mais qu'ils se trouvaient oblitérés de telle façon qu'ils étaient dilatés par le suc pancréatique accumulé.

Puisque nous trouvons chez les oiseaux le suc pancréatique avec les

mêmes propriétés que chez les mammifères, nous devons être portés à admettre qu'il remplit les mêmes fonctions dans l'animal vivant, et qu'il doit servir également à produire l'émulsion des matières grasses et à favoriser leur absorption.

En effet, cette action spéciale d'émulsionner et d'acidifier la graisse appartient exclusivement au suc pancréatique de même qu'au tissu du pancréas des oiseaux, de telle sorte que les caractères que nous avons donnés pour reconnaître le tissu du pancréas dans les mammifères s'appliquent aux oiseaux, ainsi que nous l'avons vérifié chez un grand nombre d'animaux de cette classe soumis à des alimentations très-variées.

Maintenant, et d'après ce qui a été dit de la similitude physico-chimique du suc pancréatique chez les oiseaux et chez les mammifères, nous devons penser qu'il est destiné à remplir les mêmes usages d'émulsionner et de rendre absorbables les matières grasses.

Mais il se présente ici une question très-intéressante au point de vue de la physiologie comparée, c'est de savoir comment la graisse des aliments qui a été modifiée par le suc pancréatique chez les oiseaux peut être absorbée. En effet, il y a là une différence radicale entre ce qui se passe chez les oiseaux et ce qui a lieu chez les mammifères. Chez ces derniers, tout le monde sait qu'il existe un appareil spécial de vaisseaux lymphatiques appelés *chylifères* qui absorbent la matière grasse émulsionnée et la transportent par le canal thoracique jusque dans la veine sous-clavière. L'absorption des autres matières alimentaires semble s'effectuer, ainsi que je l'ai montré dans un Mémoire plus spécialement (1), au moyen de la veine porte pour les matières albuminoïdes et sucrées, tandis qu'elle se ferait à l'aide du système chylifère pour les matières grasses. Il résulterait de cette particularité que la plus grande partie de la graisse ne traverserait pas le tissu du foie, mais bien le tissu du poumon, avant d'entrer comme élément constitutif du sang artériel, dans lequel elle devient peut-être graisse saponifiée soluble au lieu de graisse émulsionnée qu'elle est auparavant. Toutefois il faudrait sans doute aussi admettre qu'il y a une certaine quantité de matière grasse qui peut être absorbée par la veine porte chez les mammifères ; mais il est remarquable que celle-ci disparaisse en traversant le foie, et ne se retrouve plus dans le sang des veines hépatiques : d'après l'opinion de Lehman (2), cette matière grasse pourrait être utilisée pour former les éléments de la bile.

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XXXI, page 798.

(2) *Lehrbuch der physiologischen Chemie*, tome II.

Quoi qu'il en soit de ce qui vient d'être dit, toujours est-il que chez les oiseaux, il est impossible de démontrer comme chez les mammifères l'existence d'un ordre de vaisseaux lymphatiques appelés *chylifères* destinés à absorber la graisse pour la transporter dans le système circulatoire, de telle façon que celle-ci puisse éviter de traverser le foie. Jamais je n'ai pu constater l'existence de vaisseaux lymphatiques chylifères contenant de la graisse émulsionnée chez les oiseaux pendant la digestion. J'ai expérimenté sur des oiseaux carnivores, granivores et omnivores, tels que chouettes, poules, canards, oies, pigeons, et jamais dans aucune circonstance, en ouvrant l'abdomen pendant la digestion d'une alimentation chargée de graisse, je n'ai pu constater aucun vaisseau chylifère blanc, et par conséquent extraire du chyle chez ces animaux. J'ai injecté chez des pigeons de l'éther tenant de la graisse en dissolution, qui chez les mammifères donne si vite et si sûrement lieu à des chylifères, et je n'en ai jamais pu obtenir. Je pense que les observations de quelques auteurs qui tendraient à prouver l'existence de vaisseaux lactés chez les oiseaux résultent d'une confusion qu'on a pu faire entre les filets nerveux mésentériques qui sont d'un blanc nacré et les vaisseaux chylifères. M. Duméril dit avoir vu des chylifères chez un pic-vert en digestion de fourmis. J'ai deux fois observé des pics-verts tués à la chasse, étant également en digestion de fourmis, et, dans aucun de ces deux cas, je n'ai trouvé la moindre trace de vaisseaux chylifères.

Toutefois je ne veux pas avancer que le système lymphatique intestinal manque chez les oiseaux. Quand on ingère de l'éther dans l'intestin, on voit très-bien ces vaisseaux lymphatiques gorgés de la lymphe. D'ailleurs il est parfaitement prouvé que ces vaisseaux existent, et les injections de Fohmann, Lauth, Sappey, etc., ont mis ce fait hors de doute; mais elles ont prouvé cependant que les vaisseaux lymphatiques intestinaux des oiseaux sont moins abondants que ceux des mammifères. Nous pensons que les vaisseaux lymphatiques chylifères, c'est-à-dire ceux qui sont chargés d'absorber la matière grasse, ne doivent pas être considérés comme des vaisseaux lymphatiques ordinaires. Ce sont des vaisseaux qui, par leur mode de terminaison dans la membrane muqueuse intestinale, se distinguent des autres vaisseaux lymphatiques, même de ceux des autres portions de l'intestin. En effet, c'est dans l'intestin grêle seulement que les vaisseaux lymphatiques chylifères existent, tandis que les vaisseaux lymphatiques de l'estomac et du gros intestin ne sont que des vaisseaux lymphatiques ordinaires et incapables d'absorber de la graisse. Nous avons, en effet, bien souvent introduit dans l'estomac ou dans le gros intestin de la

matière grasse émulsionnée, et jamais nous n'avons pu constater qu'elle fût absorbée par les vaisseaux lymphatiques de ces organes. Or, chez les oiseaux, les vaisseaux lymphatiques ne revêtent probablement nulle part dans l'intestin les caractères de vaisseaux chylifères. Il s'agit donc seulement de constater ici qu'il n'existe pas de chyle chez les oiseaux, en donnant à ce mot l'acception qu'il a chez les mammifères. Jamais aucun observateur n'a vu du chyle blanc lactescent chez les oiseaux, et à plus forte raison, jamais personne n'a pu en extraire, malgré un très-grand nombre de tentatives faites à ce sujet.

De ce qu'il n'y a pas de matière émulsionnée dans les vaisseaux lymphatiques intestinaux chez les oiseaux, devrons-nous admettre que la matière grasse n'est pas absorbée dans l'intestin de ces animaux, ou bien qu'elle y est absorbée par la veine porte, ou, enfin, qu'elle pourrait être absorbée par les vaisseaux lymphatiques sans être préalablement émulsionnée, ce qui permettrait à cette matière de circuler dans les vaisseaux lymphatiques sans être visible par sa couleur lactescente? Cette dernière supposition, qui a été faite par quelques auteurs, est complétement en désaccord avec ce que l'on sait des conditions physiques de l'absorption chez les animaux. Il faut, en effet, que la substance qui doit être absorbée puisse mouiller les parois des vaisseaux, et la graisse ne peut remplir ces conditions dans l'intestin qu'après avoir été émulsionnée par le suc pancréatique. Toutefois cela ne suffirait pas encore, car il faut que les extrémités absorbantes des vaisseaux lymphatiques chylifères proprement dits présentent une structure spéciale, ainsi que nous l'avons vu pour l'intestin grêle des mammifères. C'est ainsi que Brücke (1) et Kölliker (2) ont été amenés récemment à trouver dans les vaisseaux lymphatiques de l'intestin des mammifères une disposition spéciale à l'extrémité de ces vaisseaux chylifères, ainsi que dans les épithéliums qui les recouvrent. Il faudrait examiner si, chez les oiseaux, ces dispositions anatomiques manquent, et cela paraît probable.

Il n'est donc pas possible d'admettre chez les oiseaux l'absorption de la graisse par les vaisseaux chylifères lactescents, à moins qu'on ne suppose qu'elle s'effectue chez eux sous la forme de graisse soluble non émulsionnée, ce qui est loin d'être prouvé. Dès lors cette absorption graisseuse, si elle a lieu, doit s'effectuer par la veine porte. Dans cette dernière hypothèse on comprend que la graisse puisse arriver dans le système circulatoire général

(1) *Ueber den Bau und die physiolog. Bedeutung der Peyer'schen Drüsen, etc.;* 1850.

(2) *Nachweis eines besonderen Baues der Cylinderzellen des Dünndarms, etc.;* 1855.

des oiseaux, sans traverser le foie, à cause des communications multipliées qui existent entre la veine porte et la veine cave, au moyen du système veineux de Jacobson. Bien souvent chez des oiseaux en digestion, soumis à une alimentation contenant beaucoup de graisse, j'ai examiné au microscope le sang de la veine porte et celui des veines hépatiques, et il m'a semblé toujours que le sang de la veine porte renfermait de la matière grasse émulsionnée en plus forte proportion que le sang de toute autre partie du corps. Je dois néanmoins faire observer que cette quantité de graisse était peu considérable, de telle sorte qu'il semble que les oiseaux aient une faculté absorbante pour la graisse beaucoup plus faible que les mammifères. Cette faible absorption de la graisse chez les oiseaux a été remarquée par M. Boussingault (1), qui a analysé comparativement chez les canards les matières grasses contenues dans les aliments ingérés et celles que renfermaient encore les excréments. M. Boussingault a trouvé dans ses analyses qu'il y avait très-peu de graisse absorbée, et que la quantité prise ainsi par l'animal était bien loin de représenter la graisse qu'il avait acquise dans des tissus. J'ai souvent donné à des oiseaux de la graisse en assez forte proportion dans leurs aliments, et j'ai également constaté que dans les excréments on rencontrait une grande proportion de graisse expulsée : ce qui n'a jamais lieu en pareille circonstance pour les mammifères. Ce fait prouverait que, de même que je l'ai établi pour le sucre (2), il est impossible d'expliquer la quantité de graisse formée dans le corps des animaux par celle qu'ils empruntent toute formée à leurs aliments ; et cette difficulté existe aussi bien chez les mammifères. Car chez eux la quantité de graisse directement absorbée est également très-faible, malgré qu'elle communique au chyle une teinte lactescente émulsive très-prononcée. Il y aurait peut-être lieu de penser que c'est l'absorption du sucre, qui est plus active chez les oiseaux que chez les mammifères, qui provoquerait ultérieurement la formation de la graisse. En effet, chez une oie, par exemple, soumise à une alimentation fortement graisseuse, on trouve excessivement peu de graisse émulsionnée dans son sang, tandis que chez un même animal soumis à une alimentation féculente, telle que le maïs par exemple, on trouve le sang surchargé de matières grasses, émulsionné au point qu'il est lactescent.

En résumé, le pancréas, chez les oiseaux comme chez les mammifères, se distingue par l'émulsionnement des graisses et par l'acidification spéciale

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XXIII, page 569.

(2) *Nouvelle fonction du foie considéré comme organe producteur de matière sucrée ;* 1853.

qu'il exerce sur les matières grasses ; mais il ne faut pas en conclure pour cela que chez les oiseaux, pas plus que pour les mammifères, ce soient ses fonctions spéciales. Le pancréas exerce aussi chez les oiseaux son action sur l'ensemble des matières alimentaires dans la digestion intestinale, ainsi que le prouvent les expériences qui suivent.

Sur plusieurs pigeons jeunes, j'ai enlevé le pancréas ou même simplement détruit et arraché les conduits. Les animaux furent bien vite guéris de la plaie, mais il arriva que la digestion des matières féculentes fut aussi considérablement troublée. En effet, chez les pigeons qui avaient subi cette opération, les excréments renfermaient les graines dont ils s'étaient nourris, simplement broyées par le gésier et seulement colorées par la bile, et mélangées avec les urates que renferment les excréments de ces animaux. Au microscope, on reconnaissait les cellules végétales dans leur entier, renfermant les grains de fécule non altérés et se colorant en bleu par l'iode, tandis que les parois de la cellule végétale se coloraient en jaune par le même réactif. Chez un pigeon sain du même âge, soumis à la même alimentation, les excréments examinés comparativement ne présentaient au microscope que des cellules végétales se colorant en jaune par l'iode ; mais la fécule était digérée, et l'iode ne produisait plus aucune coloration bleue. Dans quelques cas très-rares seulement il apparaissait une couleur violette pour quelques grains de fécule isolés qui avaient incomplétement échappé à l'action digestive, car ils étaient déjà transformés en dextrine.

Les pigeons, surtout quand ils sont jeunes, supportent assez bien ces sortes d'opérations, qui consistent à enlever le pancréas ; ils continuent à manger après, mais ils maigrissent et diminuent rapidement de poids. La vie ne se prolonge pas au delà de dix à douze jours pour des jeunes pigeons, et la mort arrive évidemment par le défaut de nutrition qu'entraîne la soustraction du suc pancréatique, car au bout de deux ou trois jours la plaie est parfaitement cicatrisée.

Chez des oiseaux carnassiers (canards) la digestion de la viande se trouve également troublée par la soustraction du suc pancréatique ou du pancréas, et les animaux finissent par mourir comme les précédents dans le marasme par un défaut de nutrition.

Je ferai remarquer que ces expériences d'extirpation du pancréas sont bien concluantes et beaucoup plus faciles chez les oiseaux que chez les animaux mammifères, car chez les oiseaux les opérations qui atteignent le péritoine ne se compliquent presque jamais de péritonite mortelle.

Le pancréas, chez les oiseaux comme chez les mammifères, est donc un

organe essentiel pour accomplir les modifications alimentaires qui correspondent à la digestion intestinale; il constitue, en réalité, chez les oiseaux de même que chez les mammifères, un élément fondamental des phénomènes digestifs; il est l'agent essentiel de la digestion intestinale qui donne lieu à la dissolution alimentaire et à la conversion des aliments en une sorte de matière organique indifférente qui sert à la formation du sang et, par suite, au renouvellement de l'organisme. En effet, nous avons vu que, bien que la partie mécanique de l'appareil digestif continuât à fonctionner, et que les graines fussent comme à l'ordinaire broyées dans le gésier, la digestion chimique n'en était pas moins radicalement interrompue par l'ablation du pancréas, et les animaux mouraient réellement d'inanition, à peu près dans le même temps où ils meurent quand on arrête la nutrition en les privant simplement de nourriture.

Ces expériences, qui démontrent l'utilité du pancréas, seraient faites également pour prouver la prééminence des phénomènes chimiques sur les phénomènes mécaniques dans la digestion, et pour détruire, s'il en était encore besoin, l'opinion des anciens auteurs, qui admettaient que la digestion n'était qu'une trituration. Ces expériences renverseraient également l'opinion de Réaumur et Spallanzani qui pensaient que la digestion était toujours et exclusivement effectuée par un suc gastrique sécrété dans le jabot et le ventricule succenturié (1).

Chez les oiseaux, le suc pancréatique intervient également dans la digestion intestinale, concurremment avec la bile qui, lorsqu'elle est isolée, ne peut produire la dissolution d'aucun aliment; mais qui, au contraire, mélangée avec du suc pancréatique, constitue un liquide intestinal apte à dissoudre toutes les matières alimentaires préparées par le suc gastrique ou par la cuisson. C'est ainsi que j'ai souvent constaté que les liquides pris dans l'intestin des oiseaux étaient capables de dissoudre la viande, l'amidon, de même qu'il a été dit pour le suc intestinal pris dans le duodénum des mammifères.

Examen des propriétés des liquides digestifs sur un dindon. — Sur un dindon sacrifié pendant qu'il était en digestion d'avoine, on examina successivement les liquides digestifs.

1°. Du liquide gastrique fut obtenu en pressant le contenu du gésier. Ce liquide était acide, trouble, non visqueux, et contenait en suspension beaucoup d'amidon, qui n'était aucunement changé en sucre. On mit dans un tube 1 gramme de gigot rôti avec 5 grammes de ce liquide gastrique filtré

(1) *OEuvres de Spallanzani*, tome II.

et parfaitement lympide, et le mélange fut placé à une température de 38 à 40 degrés. Après vingt-quatre heures, le liquide n'avait pris aucune mauvaise odeur, et le morceau de gigot était entièrement digéré; il était entièrement désagrégé, et les parties non solubles formaient un dépôt au fond du tube. Dans le même tube, on avait ajouté un peu d'empois d'amidon et quelques gouttes d'huile. Au même moment, après vingt-quatre heures, l'amidon n'était aucunement transformé; on ne constatait pas de trace de sucre dans le liquide, et l'addition de la teinture d'iode donnait une coloration bleue des plus évidentes. La graisse n'avait non plus subi aucune émulsion ni aucune modification apparente; elle surnageait à la surface du liquide avec ses caractères ordinaires.

2°. Je recueillis un liquide jaunâtre, visqueux, qui existait dans le duodénum et dans l'intestin grêle du dindon; j'y ajoutai un peu d'eau pour le filtrer. Après la filtration, le liquide était d'un jaune rougeâtre légèrement opalin, à réaction acide faible, mais non douteuse. Dans 5 grammes de ce liquide filtré, je mis un fragment de gigot de mouton rôti et un peu d'empois d'amidon, et le tout fut placé au bain-marie de 35 à 40 degrés. Après six heures, la dissolution du morceau de gigot était à peu près complète; il n'en restait plus qu'une petite parcelle qui était pultacée, s'écrasait et se réduisait en bouillie sous la pression du doigt. L'amidon était transformé, et il y avait du sucre dans le liquide qui était toujours acide et qui n'avait contracté aucune odeur putride de décomposition; il avait, au contraire, une odeur *sui generis,* mais non désagréable. Après vingt-quatre heures, le liquide offrait encore les mêmes caractères, seulement le sucre y avait disparu. S'était-il changé en acide lactique? D'autres portions du même liquide intestinal furent mélangées avec de l'huile ou de la graisse fondue, et l'émulsion eut lieu immédiatement. De sorte que ce liquide intestinal de dindon, comme celui des mammifères, avait agi sur les trois espèces de matières alimentaires. La bile des oiseaux n'a aucune propriété digestive par elle-même, comme celle des mammifères, mais j'ai encore voulu savoir si l'on pouvait faire du suc intestinal artificiel avec de la bile, du suc pancréatique d'oiseaux et un corps gras, comme cela a été dit pour les mammifères, et j'ai constaté qu'on réussit également avec le pancréas et la bile des oiseaux. J'ai également pu faire un suc gastrique avec des pancréas de pigeons et de l'eau acidulée aux deux millièmes avec de l'acide chlorhydrique. Ce suc gastrique artificiel est assez actif, et il paraît même l'être davantage que celui que j'avais préparé comparativement avec les glandules du ventricule succenturié.

§ II. — *Rôle du pancréas chez les reptiles et les poissons.*

1°. *Reptiles.* — Le pancréas existe chez tous les reptiles, de même que dans les mammifères et les oiseaux.

Dans la grenouille, dans la salamandre, dans la tortue, etc., le pancréas donne un conduit très-distinct; mais dans beaucoup de reptiles, dans les ophidiens par exemple, le pancréas forme autour du conduit biliaire, à son abouchement dans l'intestin, une sorte de virole qui quelquefois se confond avec la rate. Chez la couleuvre, j'ai vu le pancréas et la rate formant ainsi une masse qui à l'aspect paraissait constituée par une glande formée de deux portions distinctes.

Les conduits qui déversent le suc pancréatique s'abouchent dans l'intestin, dans les mêmes rapports avec le canal biliaire, après l'estomac et au commencement de l'intestin grêle. Aucun observateur, à ma connaissance, n'a encore obtenu du suc pancréatique chez les reptiles, ce qui tient à la petite taille des animaux sur le pancréas desquels il est très-difficile d'expérimenter. J'ai essayé une seule fois sur une tortue, je n'ai pas eu de résultat satisfaisant dans cette première expérience, mais il n'est pas impossible de réussir; je n'ai pas eu occasion de réitérer l'expérience.

Le tissu du pancréas des reptiles agit de la même manière que celui des mammifères et des oiseaux; il présente exactement le même caractère d'émulsionner la graisse, de pouvoir l'acidifier. L'infusion du tissu du pancréas altéré rougit également par le chlore. Et ces caractères sont également exclusifs au tissu du pancréas chez les reptiles, comme ils le sont chez les animaux précédemment cités, ainsi que le prouvent les expériences suivantes :

Sur une couleuvre prise depuis peu de jours dans la campagne (au commencement du mois d'octobre), j'ai examiné le pancréas, qui est chez cet animal absolument confondu avec la rate. Les deux organes réunis forment une masse arrondie qui se trouve placée vers le coude de l'estomac et de l'intestin grêle. Toutefois à la couleur on reconnaît ce qui appartient à la rate, qui a une teinte plus rouge, tandis que le tissu du pancréas est plus pâle. J'ai pris un fragment du tissu du pancréas et de la rate, et je les ai mis en contact avec un mélange de monobutyrine et de teinture de tournesol. La coloration rouge de l'acidification de la monobutyrine s'est manifestée assez vite, tandis qu'elle ne s'est pas montrée du tout avec le tissu de la rate. J'avais placé comparativement une parcelle de tissu du pancréas du lapin dans le même réactif, et la coloration s'est manifestée beaucoup

plus vite, ce qui montre que cette propriété acidifiante du tissu pancréatique est plus énergique dans le lapin que dans la couleuvre. C'est un fait général, ainsi que nous l'avons dit, qui paraît distinguer le tissu pancréatique des animaux à sang chaud de celui des animaux à sang froid.

Sur une autre couleuvre dans les mêmes conditions, j'ai obtenu des résultats semblables. J'ai placé des fragments de tissu du pancréas, de la rate, du foie, du rein, dans de l'alcool pendant deux heures environ ; puis je les ai soumis au mélange de monobutyrine et de teinture de tournesol : la coloration rouge s'est manifestée exclusivement avec le tissu du pancréas.

J'ai constaté les mêmes propriétés du tissu pancréatique chez des grenouilles et chez une tortue. Mais, pour obtenir ces résultats, il faut faire l'expérience sur des animaux en digestion et hors de l'état d'hibernation, ainsi qu'il sera dit bientôt.

A l'aide du tissu pancréatique, on peut constater également que le pancréas des reptiles transforme la fécule en dextrine et en glucose.

Bien qu'on n'ait pas encore extrait du suc pancréatique chez les reptiles, on doit cependant penser que ce fluide exerce les mêmes actions sur la digestion intestinale en se mélangeant avec la bile dans l'intestin. En effet, en mettant de la bile en contact avec du pancréas, ou bien en prenant du liquide intestinal chez des reptiles en digestion, tels que des lézards, couleuvres ou salamandres, j'ai pu constater que ce liquide, de même que celui des animaux à sang chaud, possède des propriétés digestives capables d'agir sur les matières grasses, les matières féculentes et les matières azotées. La bile seule n'a aucunement ces propriétés digestives chez les reptiles. Chez ces animaux comme chez les oiseaux et les mammifères, elle les doit à son mélange avec le suc pancréatique.

Les phénomènes chimiques de la digestion devront donc s'effectuer très-probablement chez les reptiles, comme cela a été dit pour les autres animaux, sous l'influence de l'action fermentescible du suc pancréatique. Mais l'absorption de ces matières alimentaires digérées semble devoir s'opérer chez eux, comme chez les oiseaux, exclusivement par les rameaux de la veine porte. Il m'a été impossible, en effet, de démontrer l'existence de vaisseaux chylifères chez des reptiles, et je ne sache pas que personne en ait jamais constaté chez ces animaux. J'ai expérimenté à différentes reprises chez des grenouilles ou des salamandres soumises à une alimentation graisseuse, et il m'a été impossible de constater la présence de ces vaisseaux. Du reste, chez ces animaux comme chez les oiseaux, la graisse émulsionnée absorbée par la veine porte pourrait peut-être aussi parvenir dans le système circu-

latoire général sans passer par le foie, puisqu'il existe des communications entre la veine porte et la veine cave par le système veineux de Jacobson.

En ingérant de l'éther tenant de la graisse en dissolution, je n'ai pas provoqué de chylifères chez les reptiles (grenouilles, salamandres, couleuvres), pas plus que chez les oiseaux.

Je dois maintenant signaler un point intéressant de la physiologie du pancréas, c'est que chez les reptiles, les fonctions digestives éprouvent dans certains moments de l'année une espèce de suspension qui coïncide avec un ralentissement remarquable dans tous les autres phénomènes physiologiques. Pendant ce temps, auquel on donne le nom d'*hibernation*, j'ai observé que le tissu du pancréas perd les propriétés d'acidifier la graisse et de rougir au contact du réactif que nous avons signalé plus haut. Cette propriété du tissu du pancréas, qui existe à son summum pendant la période digestive, diminue peu à peu à mesure qu'on s'éloigne du temps de la digestion et qu'on s'approche du moment de l'hibernation. Il n'est pas moins remarquable de voir que cette propriété du tissu pancréatique revient au moment où les phénomènes de l'hibernation vont cesser. De sorte que, indépendamment des caractères de forme des organes, il existe des propriétés physiologiques qui sont mobiles et peuvent osciller et disparaître pendant un certain temps, pour reparaître ensuite lorsque l'accomplissement des phénomènes de la vie nécessite leur présence ; telle est la présence du sucre dans le foie, qui disparaît lorsque les phénomènes de la nutrition s'éteignent ; telle est la membrane muqueuse de l'utérus qui s'atrophie quand la fonction de l'organe ne l'exige pas ; telle est aussi la propriété du tissu pancréatique, etc. On pourrait citer encore les villosités de l'intestin qui tombent en quelque sorte et se dépouillent de leur épithélium chez des individus qui sont malades ou qui ont été soumis à une longue abstinence. Les culs-de-sac de la glande mammaire s'atrophient quand la glande cesse de sécréter, et se développent en bourgeonnant pour ainsi dire aussitôt que la sécrétion recommence à s'effectuer. Tels sont encore les testicules qui meurent et renaissent pour ainsi dire chez certains animaux, etc. Tous ces exemples prouvent une proposition que nous n'avons point à développer ici, mais qu'il nous suffira de signaler, à savoir qu'il y a une mobilité dans les caractères anatomiques spéciaux des organes en rapport avec les fonctions, et que, pour avoir anatomiquement une idée complète d'un appareil organique, il faut le surprendre dans le moment de sa fonction. Tous ces changements physiologiques sont liés à des modifications anatomiques qui oscillent comme la fonction elle-même.

2°. *Poissons.* — Dans cette seule classe de vertébrés, il existe des animaux chez lesquels on a nié l'existence du pancréas. Depuis longtemps on avait constaté, chez certaines espèces de poissons, la présence d'un pancréas très-bien développé et s'ouvrant par un conduit dans l'intestin grêle près du conduit cholédoque; tel est le cas de la raie, par exemple. Chez cet animal, le pancréas est volumineux, présente une structure glandulaire, et vient s'ouvrir dans l'intestin, près du canal cholédoque, par un orifice très-fin placé au sommet d'une papille longue et flottante dans l'intestin. J'ai trouvé que le pancréas de la raie est placé dans une espèce de muscle suspenseur qu'on observe dans le ventre et que je n'ai pas vu mentionné par les anatomistes. Ce muscle part de la partie antérieure de sa colonne vertébrale, et il se dirige vers l'estomac en embrassant le pancréas qui y adhère. Les vaisseaux mésentériques sont compris dans ce muscle dont la couleur est rougeâtre et qui est composé de fibres non striées. Le pancréas de la raie est en quelque sorte formé de deux portions communiquant par un petit canal. J'ai injecté avec diverses matières colorées le pancréas chez la raie après la mort, et l'injection a toujours passé facilement dans les vaisseaux sanguins et dans les lymphatiques, ainsi que cela a lieu, du reste, chez les mammifères même pendant la vie.

Mais les anatomistes n'avaient pu constater aucune trace de pancréas dans beaucoup d'autres espèces de poissons, tels que les cyprins, les saumons, etc. Cuvier (1) divisa les poissons en deux catégories sous le rapport de l'existence du pancréas, et admit que le pancréas chez certains poissons était représenté par des appendices pyloriques. Cette vue a été infirmée par l'anatomie aussi bien que par la physiologie, et aujourd'hui on sait parfaitement que ces appendices pyloriques, qui augmentent la surface de l'intestin et arrêtent la matière alimentaire, et qui sont probablement en rapport avec le mode de l'alimentation, ne sont pas les analogues du pancréas. Steller a dit le premier qu'on trouvait de vrais pancréas chez des poissons pourvus d'appendices pyloriques, ce qui prouve que ces organes ne se suppléent pas. On rencontre en effet des poissons pourvus à la fois d'appendices pyloriques et de pancréas.

Ce qui avait été considéré comme le pancréas de l'esturgeon n'est que les appendices pyloriques agglomérés. J'ai constaté que le suc contenu dans cette espèce d'organe est gluant et acide, et possède toutes les propriétés du suc intestinal qui est dans les appendices pyloriques des autres poissons.

(1) Duvernoy, *Anatomie comparée.*

Du reste, je considère cette doctrine qui regarde les tubes pyloriques comme des rudiments de glandes qui se perfectionnent et se ramifient, comme très-difficile à appliquer pour les explications dont il est ici question. Car la partie sécrétante réelle est la cellule glandulaire, souvent caduque, qui est à l'extrémité d'un conduit excréteur. Et d'ailleurs ne pourrait-il pas se produire un organe glandulaire sur une surface muqueuse, comme il se fait une vraie glande sur la muqueuse du jabot du pigeon, sans qu'il soit utile d'invoquer une forme en tube ou une forme quelconque de la membrane muqueuse? Dans ces cas, au contraire, il y a des mamelons glandulaires qu'on pourrait appeler glandes en saillie. Du reste, on comprend qu'il ne serait pas même nécessaire qu'il y eût de ces glandes en saillie; il suffirait qu'à la surface de la membrane muqueuse il se formât des cellules ayant les propriétés des cellules du pancréas pour que le mélange digestif intestinal pût se réaliser. Nous avons dit ailleurs que les cellules glandulaires du tissu pancréatique se distinguent des autres cellules glandulaires en ce que la bile les dissout très-vite. Les cellules épithéliales qui recouvrent les villosités intestinales peuvent aussi avoir la propriété de se dissoudre. Et on sait que ces cellules se reproduisent dans chaque digestion pour tomber pendant l'accomplissement de l'acte digestif. De sorte que ce sont là en réalité des pancréas sans cesse renaissants.

Stannius et ensuite Brockmann (1), qui a publié une thèse très-importante sur ce sujet, ont confirmé l'opinion de Steller et ont trouvé un certain nombre de poissons munis à la fois d'appendices pyloriques et d'un vrai pancréas. Voici la liste des poissons dans lesquels le pancréas a été constaté jusqu'à ce moment :

---

(1) Henricus Brockmann, *De pancreate piscium Dissertatio inauguralis*. Rostochii, 1846.

FAMILLES DES POISSONS pourvus de pancréas.		NOMS DES POISSONS. chez lesquels on a constaté un pancréas.	APPENDICES pyloriques, leur nombre ou leur absence, etc.	NOMS des auteurs qui ont observé le pancréas.
Parmi les poissons osseux :				
Acanthoptérygiens	Percoïdes	Chabot de rivière (*Cottus scorpius*)	4	Brockmann (1846).
		Perche (*Perca fluviatilis*)	3	Id.
	Joues cuirassées	Gunard ou grondin (*Trigla gunardus*)	5-9	Id.
Malacoptérygiens abdominaux	Cyprinoïdes	Carpe (*Cyprinus carpio*)	Manquent.	E.-H. Weber (1827).
		Brême commune (*Cyprinus brama*)	Id.	Brockmann (1846).
	Ésoces	Brochet (*Esox*)	Id.	E.-H. Weber (1827).
		Orphie (*Belone longirostris*)	Id.	Brockmann (1847).
	Siluroïdes	Silure (*Silurus*)	Id.	E.-H. Weber (1827). Brandt et Ratzeburg.
		Saluth des Suisses (*Siluro glani*)	Id.	
	Salmones	Sanmon (*Salmo salar*)	52	Brockmann (1846).
	Clupes	Hareng commun (*Clupea harengus*)	14	Id.
Malacoptérygiens subbranchiens	Gadoïdes	Petite morue (*Gadus callarias*)	Manquent.	Id.
		Lotte (*Gadus lotta*)	Id.	J. Muller (1840).
	Pleuronectes	Plie franche ou carrelet (*Pleuronectes platessa*)	Imparfaits.	Id.
		Plie large (*Pleuronectes maximus*)	Id.	Id.
	Flétans	Turbot (*Rhombus*)	Id.	Cl. Bernard.
	Cycloptères	Gros mollet (*Cyclopterus lumpus*)	Id.	
Malacoptérygiens apodes		Anguilles (*Anguilla*)	Manquent.	J. Muller (1840). Stannius (1850).
Parmi les poissons cartilagineux ou Chondroptérygiens	Sturioniens	Esturgeon (*Accipenser sturio*)	Confondus.	Allessandrini (1836).
	Sélaciens	Raie (*Raia*)	Manquent.	Nicolas Sténon (1664).
		Squatine (*Angelus squatinus*)		
		Squale (*Squallus*)		

Il n'est pas douteux qu'à mesure qu'on multipliera les investigations, on finira par trouver une plus grande quantité de poissons pourvus de pancréas, et rien n'autorise aujourd'hui à dire que le pancréas n'existe pas chez les poissons où il n'a pas encore été signalé. Car il n'est pas nécessaire, ainsi que nous l'avons déjà dit, que le pancréas constitue un organe lobulé séparé; il suffit qu'il soit disséminé en glandules dans les parois intestinales pour que ses fonctions puissent s'exécuter sans qu'il soit facile de le voir extérieurement. En poursuivant des études sur le pancréas des poissons, il sera donc nécessaire de se servir de réactif pour distinguer le tissu du pancréas. Le réactif que nous avons indiqué, et qui nous a servi à caractériser le tissu du pancréas chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles, s'applique parfaitement bien au tissu du pancréas chez les poissons, ainsi qu'on va le voir :

J'ai pris la moitié environ du pancréas d'une raie fraîche et en digestion, je l'ai divisé et l'ai mis à macérer dans l'alcool pendant environ deux ou trois heures. Après ce laps de temps, j'ai pris un fragment du tissu de ce pancréas et je l'ai soumis à l'éther, contenant du beurre en dissolution; puis je l'ai immergé dans de la teinture de tournesol sur une lame de verre creusé d'un petit godet, ainsi qu'il a été dit ailleurs (chapitre II, § 3). Peu à peu l'acidification s'est manifestée, mais plus lentement que pour le tissu pancréatique des mammifères et des oiseaux. Nous avons déjà vu qu'il en est de même pour les reptiles. Des tissus du foie et de la rate de la même raie, traités absolument de la même manière, n'ont communiqué aucune acidification à la teinture de tournesol, qui n'a pas changé de couleur. J'ai remarqué qu'il ne faut pas laisser trop longtemps, pas au delà de cinq à six heures, le tissu du pancréas dans l'alcool, car après il perdrait la propriété de rougir par le réactif éthéré, sans doute parce que la matière ne se redissout plus dans l'eau. Cette remarque s'applique au pancréas des reptiles et des poissons.

Le pancréas de la raie a également la propriété d'agir sur l'amidon pour le changer en sucre et en dextrine. Avec l'autre moitié du pancréas de la même raie, j'ai fait une infusion avec le tissu broyé et de l'eau d'empois d'amidon. Après quelque temps, il y avait transformation en sucre et réduction du tartrate de cuivre dissous dans la potasse.

Je ne sache pas qu'on ait jamais recueilli du suc pancréatique sur des poissons vivants pour en étudier les propriétés. Cependant nous sommes autorisé à le croire semblable à celui des animaux plus élevés, puisque le tissu de l'organe donne toujours lieu aux mêmes réactions sur

la graisse et sur l'amidon. Et il faut ajouter de plus qu'il jouit aussi exactement de la même propriété, qui consiste à donner une infusion qui, lorsqu'elle commence à se décomposer, prend une belle coloration rouge par le chlore.

Je ne sais pas s'il existe pour les poissons un temps d'hibernation pendant lequel le tissu de l'organe perd ses propriétés : cela pourrait être, mais je ne l'ai pas constaté.

Le pancréas de la raie est volumineux; mais chez beaucoup de poissons il est très-petit, et chez d'autres il n'a pas encore été trouvé. On doit penser que chez ces derniers il est très-petit, et même on peut se demander s'il n'est pas confondu avec quelque organe voisin, comme dans la couleuvre, où nous l'avons vu uni intimement avec la rate.

E.-H. Weber (1) a indiqué chez quelques poissons une espèce de fusion entre le pancréas et le foie. Il a décrit particulièrement cette disposition chez la carpe, et il admet que les organes peuvent ainsi se suppléer les uns et les autres, et que chez le poisson dont il parle on doit supposer que le même tissu organique sécrète à la fois la bile et le suc pancréatique. Je n'admets pas cette opinion, en ce qu'elle suppose que le même tissu organique peut avoir des fonctions fort différentes. Mais il pourrait cependant bien se faire, à la rigueur dira-t-on, que les deux tissus du pancréas et du foie, bien qu'essentiellement distincts, anatomiquement et physiologiquement, fussent confondus dans une même enveloppe formant ensemble une masse commune. Cette supposition cependant ne me paraît pas fondée, car j'ai observé chez le turbot, où le pancréas existe bien réellement sous la forme d'une masse conglomérée, placée sur le côté de l'intestin, un conduit nacré qui pénètre dans l'intestin et qui ne m'a semblé être autre chose qu'un canal cholédoque double. Toutefois il y a ceci de particulier, que je n'ai jamais rencontré dans ce canal de la bile, tandis qu'il en existe en grande quantité dans l'autre conduit biliaire; de plus, il part du point de l'intestin où s'insère cette espèce de conduit biliaire une multitude de ramifications nacrées excessivement déliées qui se répandent dans l'intestin et dans le foie, à la manière de vaisseaux lymphatiques dont la disposition serait dans tous les cas incompréhensible dans l'état actuel de nos connaissances anatomiques. Je pense plutôt qu'il s'agit ici d'un appareil encore inconnu chez les poissons, et je l'ai retrouvé chez des poissons d'espèce différente.

Mais si l'anatomie nous fait défaut pour constater le pancréas chez cer-

(1) *Meckel's Archiv. f. Anatom. u. Physiol. Jahrgang ;* 1827, II Heft, pages 494 et suiv.

tains poissons, les caractères physiologiques viendront à notre aide et nous serviront de guide plus certains que la forme anatomique. Nous savons, en effet, que chez les mammifères et les oiseaux la bile ne devient digestive que par son mélange avec le suc pancréatique. Chez les poissons où le pancréas est bien distinct, il en est de même. C'est ce mélange qui constitue le liquide intestinal, qui offre toujours les mêmes caractères.

En prenant le contenu intestinal et en le mettant en contact avec le réactif éthéré que nous avons indiqué, on constate qu'il y a acidification toutes les fois qu'une proportion, même très-minime, de suc pancréatique s'est écoulée dans l'intestin. D'après cela il suffit du liquide intestinal d'un animal pour déterminer s'il a ou non un pancréas, puisque l'on a pu démontrer, en excluant le suc pancréatique chez les animaux où cet organe est bien déterminé, que cette réaction cesse d'avoir lieu, et qu'elle est par conséquent la preuve de la présence du suc pancréatique dans l'intestin. Or dans le liquide intestinal d'aucun poisson je n'ai constaté l'absence de ce caractère, d'où je suis porté à conclure que le pancréas existe nécessairement chez tous les poissons, bien qu'il n'ait pas encore été anatomiquement déterminé.

§ III. — *Du pancréas dans les invertébrés.*

D'après ce qui précède nous savons que la forme anatomique ne suffit pas pour caractériser le pancréas, et qu'il faut absolument avoir recours aux qualités du produit ou du tissu de l'organe sécréteur. Chez les animaux invertébrés ce secours nous devient très-utile, parce que ces animaux sont en général trop petits, et que d'autre part l'organe pancréatique est absolument inconnu.

Il est vrai que certains appendices en forme de cœcum, qu'on trouve annexés à l'intestin d'animaux invertébrés, ont été regardés comme des organes capables de remplir les fonctions du pancréas dans la digestion des animaux vertébrés (1). Ainsi chez quelques *Rotifères*, il existe un ou plusieurs cœcum, à parois épaisses, revêtus d'un épithélium ciliaire et venant s'aboucher au commencement de l'estomac ou sur ses côtés. Chez un certain nombre de *Céphalopodes*, on rencontre aussi des tubes glandulaires, ramifiés, courts et d'un jaune pâle, qui dans beaucoup d'espèces sont annexés aux conduits hépatiques. Enfin il est des insectes qui ont des appendices glanduleux annexés à l'iléon.

---

(1) C. Th. de Siebold et H. Stannius, *Nouveau manuel d'anatomie comparée*; traduct. de Spring et Lacordaire; tome I, pages 180, 385, 589.

Sans vouloir entrer dans une discussion sur la signification de ces cœcum en tant qu'organes glandulaires simples qui se perfectionnent en se ramifiant, hypothèse déjà émise à propos des appendices pyloriques des poissons, je ferai seulement remarquer que rien n'autorise à considérer ces appendices des invertébrés comme des pancréas; et que d'ailleurs il y a le plus grand nombre des animaux invertébrés qui en sont dépourvus. Mais c'est par le côté physiologique que nous essayerons de juger la question, et nous dirons ce que nous avons vu en examinant les caractères du suc intestinal chez les invertébrés. Sur un calmar en digestion, j'ai recueilli le liquide jaunâtre gluant de l'intestin ; j'ai fait de même chez les limaces, chez les huîtres, etc. J'ai trouvé le liquide intestinal qui est acide et qui jouit aussi de la propriété d'agir sur l'amidon, la graisse, et de donner en s'altérant une coloration rouge par le chlore. Or, si nous considérons que chez les mammifères il faut absolument l'intervention du pancréas pour donner ces propriétés au liquide intestinal, naturel ou artificiel, nous ne pouvons pas admettre qu'il en soit autrement chez les invertébrés. Il y a beaucoup d'invertébrés qui ont un foie distinct; mais il y en a chez lesquels il est étalé dans les parois de l'intestin. Or le pancréas pourrait aussi consister en cellules placées dans les parois de l'intestin comme le foie des sangsues. Dans l'estomac de la limace, j'ai vu des villosités glandulaires, analogues au pancréas par leur réaction, de sorte que puisque nous avons les mêmes propriétés physiologiques dans le suc, nous devons conclure aux mêmes éléments anatomiques de sécrétion.

§ IV. — *Physiologie comparée du pancréas; signification des différences de volume qu'il présente chez les animaux.*

Toutes nos expériences tendent évidemment à démontrer que le pancréas exerce une action chimique sur les aliments, et que cette action n'est pas limitée à une seule classe de matières, mais s'étend à toute espèce d'aliments végétaux et animaux. Avec une telle signification physiologique, on ne saurait donc vouloir localiser le pancréas exclusivement dans certains animaux et le mettre en rapport uniquement avec la digestion de certains aliments déterminés. On pourrait encore moins, par le volume de cet organe, prétendre juger une prédominance d'une alimentation spéciale chez les différents animaux. En effet, les fonctions du pancréas doivent être envisagées d'une manière plus large si l'on veut comprendre son rôle en le comparant dans l'ensemble des animaux.

Il existe deux ordres de phénomènes digestifs : les uns purement méca-

niques, qui n'entraînent qu'une trituration ou une division des substances alimentaires sans changement de nature; les autres essentiellement chimiques et amenant une modification intime dans la substance alimentaire.

On peut concevoir qu'il n'existe aucun appareil digestif ni chimique ni mécanique, parce que l'animal vit dans un milieu où il absorbe directement les matières qui servent à sa nutrition.

On peut concevoir encore que l'acte digestif se réduise à un seul appareil mécanique qui ait pour but d'exprimer certains sucs alimentaires qui peuvent servir à la nutrition sans modifications chimiques préalables.

Mais le plus ordinairement l'acte digestif se compose de deux ordres de phénomènes physiques et chimiques accomplis par des appareils distincts. Les appareils mécaniques sont très-variés et parfaitement connus; nous n'avons pas à nous en occuper ici. Les phénomènes chimiques sont effectués par les liquides intestinaux, mais plus spécialement par le suc pancréatique qui possède au plus haut degré la propriété décomposante qu'il transmet aux substances en contact avec lui; de sorte qu'on peut établir d'une manière générale que le pancréas est directement en rapport avec le développement de la partie chimique de la digestion ; et si l'on veut avoir une idée juste des modifications que les variétés de volume du pancréas peuvent apporter dans la digestion, il faudra toujours considérer les phénomènes d'une manière générale, et non les limiter à telle ou telle substance plus spécialement. C'est ainsi, par exemple, que si l'on voulait mettre en rapport le développement du pancréas avec chacune de ses propriétés, on arriverait à des résultats contradictoires. Le pancréas agit sur la graisse, mais on ne saurait en conclure que cet organe est d'autant plus développé, que l'animal fait usage, dans son alimentation, d'une plus grande quantité de substance grasse; en effet, les herbivores sont pourvus d'un pancréas très-volumineux. Le suc pancréatique agit sur l'amidon pour digérer cette substance et la transformer en sucre; on ne saurait en conclure que le volume du pancréas est en rapport avec l'intensité de la digestion des féculents, car les carnivores possèdent un pancréas relativement très-développé. Tout raisonnement exclusif relativement à une seule substance alimentaire serait fautif de la même manière. C'est donc à un ordre de phénomènes digestifs, et non pas à une classe d'aliments que doit se rapporter le pancréas. Nous voyons, en effet, que c'est à l'ordre des phénomènes chimiques que répond le développement plus ou moins considérable de cet organe. Le pancréas sera généralement d'autant plus développé, que les substances alimentaires sont plus réfractaires à subir des modifications

chimiques capables de les rendre solubles; les substances ligneuses qui contiennent des matières nutritives très-difficilement séparables sont particulièrement dans ce cas, et on observe d'une manière générale que les animaux qui se nourrissent de ces substances ont un pancréas très-développé: tels sont les chevaux, les bœufs, etc.

Les phénomènes chimiques de la digestion s'accomplissent également avec une rapidité d'autant plus grande, que le pancréas est plus développé; c'est ainsi que le pancréas est plus développé chez les oiseaux, où la digestion est très-rapide, que chez les mammifères, les reptiles ou les poissons, où la digestion présente une lenteur de plus en plus considérable.

Le pancréas ne devrait donc être considéré que comme le représentant des phénomènes chimiques digestifs, et pour justifier le rôle que nous lui attribuons, il s'agirait de prouver son existence partout où des phénomènes chimiques de la digestion se manifestent. Chez les vertébrés la chose est facile; et s'il existe encore quelques poissons chez lesquels cet organe n'a pas encore été démontré, ces exceptions diminuent chaque jour, et tout porte à croire qu'elles disparaîtront complétement. Quant aux invertébrés, la question est beaucoup plus difficile à résoudre pour le moment dans l'état de la science où un organe de la nature du pancréas n'a été encore rigoureusement déterminé par aucun observateur. Cependant, au point de vue physiologique, il est permis de penser que les phénomènes chimiques, qui sont si évidents chez les mollusques par exemple, doivent avoir leurs mêmes représentants organiques; car nous voyons que le foie, par exemple, qui, par sa sécrétion biliaire, s'associe aux usages du pancréas, se trouve constitué par les mêmes éléments anatomiques que chez les vertébrés. Or nous avons constaté dans le suc intestinal de différents invertébrés, tels que le calmar, les limaces, l'huître, l'anodonte, etc., l'existence des réactions propres au mélange du suc pancréatique et de la bile des vertébrés.

Il y a donc lieu de penser que le suc pancréatique est produit là par un organe analogue dans ses fonctions et même dans son tissu. Car, quel que soit le degré de l'organisation d'un animal, quand un phénomène semblable s'y retrouve, il y est toujours accompli par un même organe spécial; de même, dans toutes les variétés d'organisation, si le phénomène disparaît, on voit l'organe correspondant disparaître également, et non pas se fondre et se transformer en un autre pour accomplir des fonctions nouvelles.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHES 1 - 2.

DISPOSITIONS DES CONDUITS PANCRÉATIQUES. — STRUCTURE DU PANCRÉAS. — GLANDES DUODÉNALES DE BRUNNER.

FIGURE 1.

(Grandeur naturelle.)

Cette figure représente un pancréas d'homme en état de santé, d'un supplicié, avec le duodénum ouvert afin de montrer l'abouchement des conduits pancréatiques dans cet intestin. Les conduits pancréatiques ont été poursuivis dans le tissu de l'organe.

a. Pylore. On voit les caractères de la membrane muqueuse changer de nature vers le pylore. Dès le commencement du duodénum on aperçoit la saillie des petites glandules de Brunner, *d*.

b. Sur la coupe de l'intestin on voit une couche glandulaire *b*, située immédiatement en dehors de la membrane muqueuse, entre la membrane fibreuse et la membrane musculaire de l'intestin. Cette couche glandulaire commence immédiatement au-dessous du pylore; elle a en ce point environ $0^{mm},5$ d'épaisseur, et elle se prolonge dans une étendue de 3 à 4 centimètres vers la partie inférieure du duodénum, où elle finit en s'amincissant.

Cette couche de glandules a été représentée *fig.* 8, vue au microscope, à un grossissement de 25 diamètres.

c. Conduit pancréatique principal qui s'étend dans toute la longueur du pancréas, en donnant à droite et à gauche des ramifications qui s'enfoncent dans le tissu de l'organe. Dans cette préparation, le conduit pancréatique a été mis à nu dans les deux tiers droits de l'organe jusqu'en *c'*, en sculptant la glande par sa partie antérieure. Dans le tiers gauche de l'organe on a laissé le conduit recouvert par le tissu de la glande; on peut voir que le conduit est profondément caché. En effet, il est situé dans l'épaisseur de la glande à l'union du tiers postérieur avec les deux tiers antérieurs de son épaisseur.

Le conduit pancréatique principal, dont le calibre diminue vers la queue de l'organe, augmente au contraire de volume à mesure qu'il s'approche de son insertion dans l'intestin. Arrivé au point *c*, ce conduit se bifurque en deux branches : l'une

f, plus volumineuse, semble être la continuation du conduit principal, et vient s'aboucher dans l'intestin en *f'*, de concert avec le conduit biliaire *v*; l'autre, plus petite *ee*, se contourne dans la tête du pancréas, et vient s'ouvrir dans l'intestin en *g*, à $0^{m},025$ au-dessus de l'insertion du conduit précédent. Cette branche *ee* du conduit pancréatique que nous avons appelée *conduit pancréatique récurrent*, est remarquable en ce que son calibre diminue à mesure qu'elle s'approche de son insertion intestinale. Il semblerait que le liquide doit avoir plus de tendance à venir se déverser dans le grand conduit pancréatique que dans l'intestin, car il n'y a aucune valvule qui gêne la communication entre ces deux conduits.

d. Membrane muqueuse du duodénum, immédiatement après le pylore. On voit la saillie formée par les petites glandules de Brunner, et il n'existe pas dans ce point de valvules conniventes. Ces dernières ne commencent qu'au-dessous de l'abouchement des conduits pancréatiques et biliaire.

d'. Duodénum.

e. Petit conduit pancréatique récurrent.

ff'. Continuation du conduit pancréatique principal, après l'abouchement du petit conduit pancréatique.

g'. Ouverture dans l'intestin du petit conduit pancréatique au sommet d'une petite papille.

h. Ouverture du conduit biliaire dans l'intestin.

i. Ouverture du canal pancréatique dans lequel est en quelque sorte invaginé le conduit biliaire. Les détails de cette disposition sont donnés dans les *fig*. 3 et 3 *bis*.

k. Pli de Vater.

l. Valvule conniveute de l'intestin grêle. Ces valvules commencent dans le duodénum, au niveau de l'abouchement des conduits pancréatiques et biliaire, et elles vont en augmentant à mesure qu'on descend dans l'intestin grêle. On voit d'ailleurs la saillie de ces valvules sur la coupe des parois de l'intestin.

m. Fin du duodénum et section de l'intestin grêle.

p. Extrémité gauche du pancréas.

FIGURE 2.

(Grandeur naturelle.)

Portion d'un pancréas et d'un duodénum d'homme. L'intestin est ouvert, et les conduits pancréatiques ont été disséqués, afin de montrer leur disposition, qui est différente et pour ainsi dire inverse de celle qu'on voit dans la figure précédente.

La disposition des conduits pancréatiques signalée dans la *fig*. 1 peut être considérée comme la plus fréquente. Celle de la *fig*. 2 doit être regardée comme exceptionnelle, quoique cependant elle ne soit pas très-rare.

c. Grand conduit pancréatique étendu dans toute la longueur de l'organe. *c' c''*. Anastomose de ce grand conduit avec le petit conduit qui s'étend également dans toute la longueur de l'organe, parallèlement au grand conduit.

Chacun de ces conduits envoie des ramifications nombreuses dans le tissu du pancréas.

d. Membrane muqueuse de la portion du duodénum qui suit immédiatement le pylore, et sur laquelle on voit la saillie des glandules de Brunner et l'absence des valvules conniventes.

e. Portion du gros conduit pancréatique qui vient s'ouvrir isolément dans l'intestin à l'extrémité d'une papille *g*, à $0^{m},025$ environ au-dessus de l'insertion du conduit biliaire.

f. Petit conduit pancréatique venant s'ouvrir dans l'intestin de concert avec le conduit biliaire. Ces deux conduits viennent s'aboucher dans une ampoule appelée *ampoule de Vater,* dont l'ouverture *i* est commune.

g. Orifice intestinal du grand conduit pancréatique.

i. Orifice intestinal commun du canal biliaire et du petit conduit pancréatique.

k. Pli de Vater.

FIGURES 3 ET 3 BIS.

(Grossissement du double.)

Fig. 3. — Portion de la membrane muqueuse du duodénum où viennent s'ouvrir les conduits biliaire et pancréatique réunis.

Cette figure représente une disposition particulière que je crois encore non décrite, dans laquelle les deux conduits pancréatique et biliaire sont en quelque sorte invaginés l'un dans l'autre. Cette disposition se rencontre dans la *fig.* 1.

h. Orifice du conduit biliaire qui se trouve invaginé dans le conduit pancréatique plus large *i*. Le conduit biliaire *h* adhère, vers sa partie supérieure, à la paroi interne du conduit pancréatique.

i. Orifice du conduit pancréatique qui contient dans son intérieur le conduit biliaire.

k. Pli de Vater, qui n'est autre chose qu'un repli de la muqueuse qui se continue avec le pourtour de l'orifice du conduit pancréatique.

l. Coupe de l'intestin.

o. Sorte de valvule ou de capuchon formé par un repli de la muqueuse, et placé au-dessus de l'orifice commun des conduits biliaire et pancréatique.

Fig. 3 *bis.* — Représente la disposition précédente vue de profil sur une coupe.

h. Ouverture du conduit biliaire.

i. Orifice du conduit pancréatique, formant une espèce de vestibule appelé *ampoule de Vater*, autour du conduit biliaire; on y remarque deux petits replis valvulaires. On observe également sur la nature que dans ce point la membrane muqueuse est blanche et a l'aspect nacré de celle du conduit pancréatique, tandis que la muqueuse qui tapisse le conduit biliaire est teinte en jaune.

i. Conduit pancréatique.

j. Point d'abouchement du conduit pancréatique proprement dit dans l'ampoule de Vater, qui n'est que sa continuation.

k. Pli de Vater.

l, *m*. Coupe des membranes de l'intestin.

o. Coupe de l'espèce de capuchon valvulaire qui est situé au-dessus des orifices des conduits pancréatique et biliaire.

v'. Conduit biliaire se prolongeant jusqu'à l'ouverture de l'ampoule de Vater, au lieu de se terminer dans son fond, ainsi que cela se voit dans la *fig. 4 bis*.

FIGURES 4 ET 4 BIS.

(Grossissement du double.)

Fig. 4. — Portion de la membrane muqueuse du duodénum où viennent s'ouvrir les conduits pancréatique et biliaire.

Cette figure représente la disposition qu'on regarde comme normale, et dans laquelle les conduits biliaire et pancréatique viennent s'ouvrir dans le fond de l'ampoule de Vater, cette ampoule formant un vestibule commun aux deux conduits, comme cela se voit sur la coupe *fig. 4 bis*.

Dans la *fig. 4*, l'ampoule de Vater a été ouverte, et les bords de l'incision maintenus écartés par des épingles.

a. Cavité de l'ampoule de Vater ouverte. On y remarque des replis valvulaires et, à l'état frais, on voit que la muqueuse qui tapisse cette ampoule est nacrée de même que celle du conduit pancréatique *i*, tandis que l'orifice du conduit biliaire *h'* est tapissé par une membrane muqueuse colorée en jaune: ce qui prouve que la membrane qui tapisse l'ampoule de Vater doit être considérée comme la continuation de celle qui revêt le conduit pancréatique.

f. Conduit pancréatique.

i. Orifice du conduit pancréatique dans le fond de l'ampoule de Vater.

h'. Orifice du conduit biliaire dans le fond de l'ampoule de Vater.

k. Pli de Vater.

l. Coupe de l'intestin.

v. Conduit biliaire.

Fig. 4 bis. — Disposition précédente vue de profil sur une coupe de l'intestin.

a. Intérieur de l'ampoule de Vater, dont l'orifice intestinal est situé inférieurement.

h. Conduit biliaire s'ouvrant à la partie supérieure et dans le fond de l'ampoule de Vater.

i. Conduit pancréatique.

j. Abouchement du conduit pancréatique dans l'ampoule de Vater.

k. Pli de Vater.

lm. Coupe des membranes de l'intestin.

o. Coupe du capuchon valvulaire qui est placé au-dessus de l'ouverture des conduits biliaire et pancréatique.

v. Conduit cholédoque.

FIGURE 5.

(Grandeur naturelle.)

Disposition du pancréas et des conduits pancréatiques chez le chat.

On voit dans cette figure le pancréas, dont les conduits disséqués viennent s'aboucher dans l'intestin qui est ouvert, ainsi que la portion pylorique de l'estomac.

a. Pylore. On voit la membrane muqueuse changer de caractère en passant de l'estomac dans le pylore.

b. Couche glandulaire de Brunner, que l'on aperçoit sur la coupe de l'intestin entre la membrane musculaire et la membrane fibreuse.

c c'. Grand conduit pancréatique s'étendant dans toute l'étendue transversale du pancréas *p p*, et venant s'ouvrir en *h* dans l'intestin, de concert avec le conduit biliaire *v*.

d. Surface interne du duodénum; on n'y voit pas de valvules conniventes comme chez l'homme.

e e'. Petit conduit pancréatique venant s'ouvrir dans l'intestin en *g*, à 1 centimètre environ au-dessous de l'abouchement commun du canal biliaire et du grand conduit pancréatique, et s'anastomosant d'autre part en *e'* avec la branche du conduit pancréatique qui existe dans la portion verticale *p'* du pancréas.

g. Ouverture du petit conduit pancréatique dans l'intestin.

h. Ouverture dans l'intestin du grand conduit pancréatique et du conduit biliaire réunis.

p p p'. Pancréas.

s. Portion de l'estomac qui avoisine le pylore.

FIGURE 5 BIS.

(Grossissement de 300 à 350 diamètres.)

Cellules du pancréas, des glandes salivaires et des glandes de Brunner comparées, afin de montrer que l'élément histologique est le même dans tous ces organes. Les glandes qui ont servi à ces préparations ont été prises chez l'homme.

a. Cellules de la glande parotide.

b. Cellules de la glande sublinguale.

c. Cellules de la glande sous-maxillaire.

d. Cellules du pancréas.

e. Cellules des glandes duodénales de Brunner.

FIGURE 6.

(Grossissement de 250 diamètres.)

Extrémités des ramifications du pancréas chez le lapin, qui ont été soumises directement au microscope, à l'état frais, sans avoir subi aucune préparation. Cet examen direct est possible chez le lapin, à cause de la ténuité extrême de la glande

qui est étalée à la manière d'une feuille de fougère entre les deux lames du mésentère.

llll. Extrémités des culs-de-sac glandulaires.

cccc. Arborisations formées par des sortes de conduits qui se ramifient dans la partie glandulaire du pancréas. Pour voir nettement la disposition de ces conduits, il faut examiner le pancréas très-frais, aussitôt après la mort de l'animal.

FIGURE 7.

(Grossissement de 250 diamètres.)

Portion du pancréas du lapin vu sans préparation placé sous le microscope, à l'état frais, après avoir seulement lié les vaisseaux qui se rendent au pancréas, pour les empêcher de se vider du sang qu'ils contiennent. Cette figure représente des vaisseaux qui, en s'anastomosant, forment un réseau dont les mailles entourent le tissu pancréatique.

aaa. Vaisseaux sanguins.

ppp. Tissu pancréatique formé par l'extrémité des culs-de-sac glandulaires.

FIGURE 8.

(Grossissement de 25 diamètres.)

Coupe mince de la paroi du duodénum dans la portion qui suit immédiatement le pylore, au niveau de la couche des glandes de Brunner. Cette coupe a été soumise au microscope à un grossissement de 25 diamètres, en ayant soin d'écarter avec des aiguilles la membrane musculaire de l'intestin.

bbbb'. Glandules de Brunner, formant des espèces de petites masses pyriformes, dont le conduit excréteur est dirigé du côté de la membrane muqueuse de l'intestin *i*, et dont le fond est dirigé du côté de la membrane musculaire *mm*. Les glandes qui apparaissent d'abord du côté du pylore *b* sont plus petites; elles vont en augmentant de volume jusqu'en *b'*; puis décroissent ensuite en descendant dans l'intestin jusqu'en *bb*.

ee. Espace qui a été produit par l'écartement de la tunique musculaire de l'intestin. On y remarque un tissu conjonctif lâche qui unit la couche musculaire et la couche fibreuse entre lesquelles se trouvent placées les glandules de Brunner.

ggg. Conduits excréteurs des glandules de Brunner venant s'ouvrir à la surface de la membrane muqueuse, après avoir traversé la membrane fibreuse de l'intestin.

ii. Coupe de la membrane muqueuse de l'intestin, à la partie profonde de laquelle adhère intimement la tunique fibreuse.

mm. Coupe de la couche musculaire de l'intestin, à la surface extérieure de laquelle adhère le péritoine.

pp. Coupe de la tunique péritonéale.

PLANCHES 3 - 4.

FIGURE 1.

(Grandeur naturelle.)

Pancréas du chien, dans lequel les conduits pancréatiques ont été préparés pour montrer leurs anastomoses et leur abouchement dans le duodénum, qui a été ouvert et fendu dans toute sa longueur. La pièce représentée ici a été prise sur une énorme chienne de Terre-Neuve.

a. Pylore. On voit la délimitation entre les muqueuses stomacale et intestinale.

b. Couche glandulaire de Brunner, qui s'aperçoit sous forme d'un épaississement marqué sur la coupe de la paroi du duodénum.

c'c. Grand conduit pancréatique qui s'étend dans la portion transversale du pancréas, et qui a été mis à nu jusqu'en *c'*, en enlevant le tissu de l'organe. Ce gros conduit pancréatique vient pénétrer isolément en *l* dans la paroi de l'intestin, et s'ouvrir en *i*. En *c*, le grand conduit pancréatique reçoit l'anastomose *f* du petit conduit pancréatique, qui vient en *e* pénétrer les parois du duodénum, et s'ouvrir en *g*, tout à côté du conduit biliaire *h*. Un autre rameau *k* de ce petit conduit *e* se dirige dans la partie verticale du pancréas, croise obliquement et en arrière le grand conduit pancréatique en contractant avec lui une anastomose en *k'*. Cette dernière anastomose est constante, tandis que celle qui a été signalée précédemment peut manquer quelquefois.

Le grand conduit pancréatique *l* fournit une branche qui descend dans l'épaisseur de la partie verticale du pancréas, et qui a été disséquée jusqu'en *l''*. Une autre petite branche *kl'*, venant du petit conduit pancréatique *e*, descend parallèlement dans la portion verticale du pancréas.

d. Membrane muqueuse du duodénum sur laquelle on aperçoit les petites élevures formées par les glandules de Brunner, au niveau du point où ces glandes existent.

e. Petit conduit pancréatique venant s'ouvrir dans l'intestin de concert avec le conduit biliaire, et à 3 centimètres environ au-dessus du gros conduit pancréatique.

f. Anastomose, qui n'est pas constante, mais qui était très-développée dans cette pièce, entre le grand conduit pancréatique et le petit.

g. Orifice du petit conduit pancréatique dans l'intestin sur une papille qui lui est commune avec le conduit biliaire.

h. Ouverture du conduit biliaire.

i. Ouverture du gros conduit pancréatique dans l'intestin, à 4 centimètres environ au-dessous de l'ouverture du conduit biliaire.

k. Branche émanant du petit conduit pancréatique et descendant dans la portion verticale du pancréas.

k'. Anastomose constante entre cette petite branche et le gros conduit pancréatique.

l. Gros conduit pancréatique à son insertion sur le duodénum.

l'. Branche descendante venant du petit conduit pancréatique.

l''. Branche descendante venant du gros conduit pancréatique.

pp. Pancréas.

s. Membrane muqueuse de la portion de l'estomac qui avoisine le pylore.

v. Conduit cholédoque.

FIGURE 2.

(Grandeur naturelle.)

Pancréas du chat et conduits pancréatiques disséqués pour montrer leur abouchement dans le duodénum ouvert et maintenu dans sa position par des épingles. Cette pièce provient d'un gros chat mâle; elle montre une disposition des conduits pancréatiques différente, et pour ainsi dire inverse de celle qui a été représentée dans la *fig*. 5 (*Pl*. 1-2).

a. Pylore. On voit que ce point sert de ligne de démarcation entre les muqueuses stomacale et duodénale qui présentent un aspect bien différent.

b. Couche glandulaire formée par les glandes de Brunner visibles sous la forme d'un épaississement manifeste sur la coupe des parois de l'intestin.

c. Conduit pancréatique venant s'ouvrir en commun avec le canal biliaire *v*. Ce conduit est formé par la réunion de deux branches, l'une qui s'étend dans une petite portion verticale d'un petit pancréas qui est en quelque sorte distinct d'un autre pancréas beaucoup plus volumineux; et l'autre, *e'*, se dirige dans la portion verticale *p''* de ce petit pancréas.

d. Muqueuse du duodénum, montrant dans sa partie supérieure de petites saillies formées par les glandes de Brunner.

ef. Grand conduit pancréatique régnant dans un pancréas *pp'* plus volumineux et en quelque sorte distinct du pancréas *p''*. Ce conduit vient s'ouvrir dans l'intestin en *g*, à 1 centimètre environ au-dessous de l'ouverture commune du conduit biliaire et du petit conduit pancréatique. Vers le point *f*, ce conduit pancréatique reçoit d'autres petits conduits dont l'un provient d'une portion descendante du gros pancréas *pp'*.

fe. Grand conduit pancréatique.

g. Ouverture dans l'intestin du grand conduit pancréatique *ef*.

s. Membrane muqueuse de l'estomac dans la portion qui avoisine le pylore.

v. Conduit cholédoque.

FIGURE 3.

(Grandeur naturelle.)

Pancréas d'un jeune chat angora dont les conduits ont été disséqués ainsi que leur abouchement dans le duodénum, qui n'a pas été ouvert.

a. Pylore.

c c'. Gros conduit pancréatique venant s'ouvrir dans l'intestin, de concert avec le conduit biliaire *v*. Ce conduit envoie une ramification *c''* dans la portion verticale du pancréas *p'*.

d d. Duodénum.

e. Petit conduit pancréatique venant s'ouvrir dans le duodénum à 5 millimètres environ au-dessous de l'insertion du grand canal pancréatique et du conduit biliaire. Ce petit conduit s'anastomose avec le gros conduit dans le point où la portion horizontale du pancréas *p* se sépare de sa portion verticale *p'*.

p p'. Pancréas.

s. Portion de l'estomac avoisinant le pylore.

v. Conduit cholédoque.

FIGURE 4.

(Grandeur naturelle.)

Pancréas d'un fœtus de chien dont les conduits ont été disséqués afin de représenter leur disposition et leur insertion dans le duodénum. Cette figure montre que chez le fœtus du chien, comme chez le fœtus de l'homme, les deux conduits pancréatiques ont à peu près le même développement et que ce n'est que plus tard que, l'un des deux prenant un accroissement relativement plus fort, il en résulte, dans l'adulte, deux conduits inégalement développés dont l'un est plus grand et l'autre plus petit. Il suffira, pour cela, de comparer cette figure avec la *fig.* 1 de cette même planche.

a. Pylore.

c c. Les deux conduits pancréatiques également développés et s'abouchant dans le duodénum *d*, qui n'est pas ouvert. Ces deux conduits pancréatiques se bifurquent et donnent deux divisions, dont l'une se porte dans la portion verticale *p'*, et l'autre dans la portion transversale *p* du pancréas.

c'. Rameau du conduit pancréatique supérieur se portant dans la branche horizontale du pancréas.

d. Duodénum.

e. Rameau du conduit pancréatique inférieur se portant dans la portion descendante du pancréas.

e'. Rameau du conduit pancréatique supérieur se portant dans la portion verticale du pancréas.

e''. Rameau du conduit pancréatique inférieur se portant dans la portion transversale du pancréas.

p. Portion horizontale du pancréas.

p'. Portion verticale du pancréas.

s. Extrémité pylorique de l'estomac.

FIGURE 5.

(Grandeur naturelle.)

Cette figure représente le duodénum d'un gros lapin et la disposition ramifiée que le pancréas affecte chez cet animal.

On peut voir que le duodénum *ddd* est très-long et que le conduit pancréatique principal *cc* vient s'ouvrir en *i*, très-loin du conduit cholédoque *h* et 30 à 40 centimètres au-dessous du conduit biliaire *h*. Il existe en outre un petit canal pancréatique *g* qui ne paraît pas constant; il est dans tous les cas très-peu développé, et vient s'ouvrir dans le conduit cholédoque *ch* près de son insertion dans l'intestin. On voit, en outre, que le conduit pancréatique principal *cc* se ramifie en forme d'arborisations qui supportent la portion glandulaire qui est étalée en une lame mince entre les feuillets du mésentère. Cette disposition se voit très-bien lorsqu'on a eu soin préalablement d'injecter le conduit pancréatique avec la gélatine colorée. Il y a en outre une portion du pancréas *p*, qui se prolonge en forme de queue vers la rate, et qui est un peu plus épaisse que le reste de l'organe.

a. Pylore.

b. Saillie des glandules duodénales de Brunner, qu'on aperçoit à la surface externe de l'intestin. Les glandules siégent principalement dans la portion du duodénum qui s'étend du pylore *a* à l'insertion du conduit cholédoque *h*.

cc. Grand conduit pancréatique.

ch. Conduit cholédoque avant son insertion sur l'intestin et avant qu'il ait reçu l'abouchement du petit canal pancréatique quand il existe.

ddd. Duodénum.

g. Petit conduit pancréatique non constant.

h. Conduit cholédoque à son insertion sur le duodénum à $0^{m},015$ environ au-dessous du pylore.

p. Extrémité gauche du pancréas située transversalement au-dessous de l'estomac et présentant plus d'épaisseur que le reste de l'organe.

s. Extrémité pylorique de l'estomac.

v. Vésicule du fiel tenant au canal cholédoque par le conduit cystique.

FIGURE 5 BIS.

(Grandeur naturelle.)

Cette figure représente la partie supérieure du duodénum chez le lapin, ainsi que la partie pylorique de l'estomac, qui ont été ouvertes et dont les parois sont écartées par des épingles, afin de montrer l'orifice intérieur du canal cholédoque, et les petites élevures formées par la saillie des glandules duodénales de Brunner.

b. Petites saillies formées par les glandules de Brunner au voisinage de l'ouverture du canal cholédoque.

b' b''. Petites saillies des glandules plus rares qui sont dispersées dans le reste de l'intestin.

h. Orifice intérieur du conduit cholédoque, que l'on aperçoit par transparence au-dessous de la paroi du duodénum.

v. Conduit cholédoque.

v'. Saillie visible dans l'intestin et formée par le conduit cholédoque, qui se contourne pour venir s'ouvrir en *h*.

s. Membrane muqueuse de la partie pylorique de l'estomac, différant par son aspect de celle du duodénum, étant plissée et n'étant unie que par un tissu cellulaire lâche à la couche musculaire, tandis que la membrane muqueuse du duodénum est solidement unie par un tissu cellulaire serré à la couche musculaire. Ces dernières remarques peuvent s'appliquer à la comparaison des muqueuses stomacales et duodénales chez l'homme et les animaux dont il a été question jusqu'ici.

FIGURES 6 ET 6 BIS.

(Grandeur naturelle.)

Portion du duodénum du lapin, qui correspond à l'insertion du canal pancréatique, vue par sa face extérieure et étalée sur une surface plane où elle est maintenue à l'aide de quatre épingles.

Fig. 6. — Cette préparation a pour objet de montrer qu'il existe autour du canal pancréatique *i*, au moment où il vient percer les membranes du duodénum, des petites masses glandulaires *ggg*, qui ne sont autre chose que de petites portions de pancréas, qui accompagnent le conduit plus loin qu'à l'ordinaire; de sorte que, si on liait le conduit pancréatique *i* en *e*, on laisserait quelques parcelles glandulaires *ggg*, qui verseraient encore leur produit dans l'intestin. Quelquefois ces petites parcelles glandulaires, au lieu de s'ouvrir dans le conduit pancréatique, sont placées dans les environs de ce conduit, et s'ouvrent directement dans l'intestin, ainsi que cela se voit dans la *fig*. 6 *bis*.

c. Conduit pancréatique au moment où il devient libre pour aller s'ouvrir dans l'intestin.

d. Portion de la paroi du duodénum étalée et vue par sa face externe ou séreuse.

ggg. Petites glandules intestinales s'ouvrant dans le gros conduit près de son insertion intestinale.

i. Portion du conduit pancréatique près de son abouchement dans l'intestin, et recevant dans cette figure le produit des petites glandules *ggg*.

Fig. 6 *bis*. — *cc*. Conduit pancréatique n'étant pas accompagné près de son insertion par de petites glandules pancréatiques.

d. Portion étalée de la paroi du duodénum, vue par sa face externe ou séreuse.

gg. Petite masse glandulaire pancréatique, placée aux environs de l'insertion du canalpancréatique, et s'ouvrant directement dans l'intestin.

PLANCHES 5 - 6.

FIGURES 1 ET 2.

(Grandeur naturelle.)

La *fig.* 1 représente le pancréas peint d'après nature, ainsi que les portions du mésentère et de l'intestin qui lui correspondent, sur un chien vivant qui était soumis à l'abstinence depuis trente-six heures, et chez lequel la sécrétion pancréatique était nulle.

On voit sur cette figure, en la comparant à la *fig.* 2, qui représente les mêmes organes, peints d'après nature sur un chien vivant, pendant la digestion, combien l'aspect est différent dans le tissu du pancréas, lorsque la sécrétion ne s'effectue pas, *fig.* 1, et lorsque la sécrétion est au contraire en pleine activité, comme cela a lieu dans la *fig.* 2.

Dans le premier cas, *fig.* 1, le tissu de l'organe est pâle, comme exsangue, d'une couleur blanche rosée; les vaisseaux qui s'y rendent sont très-peu développés; l'intestin présente les mêmes caractères, il est également pâle et parcouru par des vaisseaux peu gorgés de sang.

Dans la *fig.* 2, au contraire, le tissu de l'organe est d'une couleur rouge prononcée, comme tendu et érectile; les vaisseaux qui s'y rendent sont tuméfiés et gorgés de sang. L'intestin partage la vascularisation et la coloration du pancréas. Enfin, on voit également que les vaisseaux chylifères ou lymphatiques *ccc*, qui émanent de l'intestin, sont transparents chez l'animal soumis à l'abstinence, tandis qu'ils sont remplis de chyle blanc chez l'animal en digestion, où ils forment sur l'intestin un réseau admirablement injecté.

Fig. 1. — *a*. Pylore.

d. Duodénum.

i. Vaisseaux se rendant au duodénum; ils sont entourés d'un peu de graisse.

l. Grand conduit pancréatique, ou conduit pancréatique inférieur, le seul visible, l'autre étant caché derrière le pancréas.

m. Extrémité inférieure du duodénum; après qu'elle a été coupée, les bords de cet intestin se renversent, et la membrane muqueuse intérieure est pâle et très-peu humectée.

p. Portion horizontale du pancréas, à la partie inférieure de laquelle on aperçoit la veine splénique qui vient des parties profondes par aller s'aboucher, en arrière du pancréas, dans le tronc de la veine porte.

p. Portion verticale du pancréas, se terminant à la partie inférieure par une portion plus élargie.

v. Vésicule du fiel, tenant au canal cholédoque par le conduit cystique.

Fig. 2. — Pancréas et organes voisins, peints d'après nature sur un chien vivant,

comme dans la figure précédente. Seulement, ici c'est sur un chien en digestion, au moment où la sécrétion pancréatique est très-active.

a. Pylore.

ccc. Vaisseaux chylifères remplis d'un chyle blanc, et formant sur la paroi du duodénum, d'où ils proviennent, un réseau très-riche.

d. Duodénum.

i. Vaisseaux du pancréas, gorgés de sang et accompagnés par un peu de graisse.

p. Portion horizontale du pancréas, longée vers sa partie inférieure interne par la veine splénique.

p'. Portion verticale du pancréas, terminée inférieurement par une partie plus élargie.

Le tissu du pancréas est rouge, et les capillaires qui se ramifient dans sa substance sont beaucoup plus prononcés que dans la *fig*. 1.

m. Portion inférieure du duodénum, après qu'elle a été coupée.

Les bords du duodénum sont renversés en dehors, comme cela a toujours lieu quand on coupe l'intestin sur le vivant, et on aperçoit sur les bords renversés la membrane muqueuse, très-humide, turgescente, et blanchie à sa surface par la graisse émulsionnée que contient l'intestin.

v. Vésicule du fiel tenant au canal cholédoque par le conduit cystique.

PLANCHES 7 - 8.

(Grandeur naturelle.)

La figure représente le pancréas et le duodénum, peints d'après nature, sur le vivant, chez un lapin de forte taille, pendant la digestion d'aliments dans lesquels on avait introduit de la matière grasse. On voit, dans cette figure, l'intestin ainsi que le pancréas qui présentent la vascularité et la turgescence habituelles à ces organes pendant la digestion. On voit en *i* l'insertion du conduit pancréatique, unique chez cet animal, et on remarque que les vaisseaux chylifères sont blancs et remplis d'un chyle lactescent, après l'abouchement du conduit pancréatique dans l'intestin; à partir de ce point ils forment sur l'intestin un réseau blanc très-riche, tandis qu'avant l'abouchement de ce conduit ces vaisseaux chylifères ne contiennent que de la lymphe à peu près transparente. On voit également que la masse des ganglions mésentériques o est blanchie et comme marbrée par le chyle dans sa moitié gauche, qui reçoit l'abouchement des chylifères provenant de l'intestin, après le déversement du conduit pancréatique; tandis que dans sa portion droite, cette même masse ganglionnaire est colorée en jaune, parce qu'elle reçoit de ce côté les vaisseaux lymphatiques dépourvus de graisse, et provenant de l'intestin avant l'abouchement du conduit pancréatique.

A la partie supérieure de cette masse ganglionnaire, on voit sortir des vaisseaux chylifères *t*, contenant du chyle très-blanc. A côté de ces vaisseaux, on voit le tronc

de la veine porte, et à droite de cette dernière on voit des vaisseaux lymphatiques provenant de la moitié droite de la masse ganglionnaire.

L'objet de cette figure est de montrer que les vaisseaux chylifères ne commencent à se charger de graisse émulsionnée qu'après le déversement du suc pancréatique dans le duodénum.

a. Pylore.

ddd. Duodénum formant une anse allongée qui comprend dans son intérieur le pancréas.

h. Conduit cholédoque à son insertion dans le duodénum.

i. Insertion du conduit pancréatique sur l'intestin. Ce conduit longe dans son tronc principal les troncs des vaisseaux qui se distribuent au duodénum.

m. Portion commençante de l'intestin grêle coupée. Les bords de l'intestin se renversent en dehors comme cela a toujours lieu quand on en opère la section sur le vivant. On aperçoit la membrane muqueuse rouge, turgescente, qui offre un pointillé blanc dû à la matière grasse émulsionnée. On voit encore les matières alimentaires prêtes à sortir de l'intestin formant une pâte demi-fluide, d'un blanc jaunâtre.

o. Masse des ganglions lymphatiques mésentériques.

p. Portion gauche du pancréas, plus épaisse que le reste de l'organe.

s. Portion pylorique de l'estomac.

t. Vaisseaux lymphatiques remplis de chyle sortant de la portion gauche de la masse des ganglions mésentériques *o*.

v. Vésicules du fiel tenant au canal cholédoque par le conduit cystique.

PLANCHE 9.

(Grandeur naturelle.)

La figure représente un pancréas altéré par suite d'une injection de graisse dans les conduits pancréatiques chez un chien qui fut tué vingt-trois jours après l'opération, après avoir présenté les symptômes propres aux maladies du pancréas (*voyez* l'observation de l'animal qui a fourni cette pièce. Expérience 9^{e}, pages 99 à 103). La pièce n'a subi aucune dissection; elle est vue par sa face antérieure. La portion du mésentère correspondante au pancréas a été conservée.

Le conduit pancréatique principal qui se distribue dans la portion transversale du pancréas a été injecté par de la gélatine colorée en bleu, en faisant pénétrer l'injection par l'ouverture de ce conduit dans l'intestin, après avoir fait une incision longitudinale à la partie postérieure du duodénum.

Le pancréas a diminué considérablement de volume; son tissu est très-altéré vers ses extrémités, mais surtout dans la partie la plus inférieure de sa portion verticale $l' p'' l''$.

Dans ce point, la portion glandulaire a à peu près complétement disparu, et il ne

reste plus que quelques vestiges de cette substance complétement altérée p'' ; mais le conduit pancréatique $l' l''$ est à peu près conservé avec son aspect normal.

La portion transversale $p'p'$ du pancréas, quoiqu'un peu moins résorbée, est cependant profondément altérée. Elle est aplatie, et ne consiste plus que dans un tissu dense dans lequel on ne retrouve plus l'apparence de la substance glandulaire. Il reste à peine quelques points t où l'on aperçoit quelques parcelles mamelonnées qui rappellent le tissu glandulaire.

On a injecté, comme on le voit sur la figure, le conduit qui se distribue dans la portion transversale du pancréas et qui était parfaitement perméable. En faisant l'injection, on a pénétré assez loin avec le tube de la seringue pour que l'injection ne pénétrât pas dans le conduit $l l' l''$ qui appartient à la portion verticale du pancréas; néanmoins, ce dernier conduit était resté perméable comme l'autre.

On peut voir encore sur cette figure que le gros conduit pancréatique i par lequel avait été faite l'injection vingt-trois jours auparavant, était parfaitement rétabli. Mais il reste dans la partie moyenne p du pancréas une portion qui présente l'aspect à peu près normal de la glande. Dans cette portion de la glande restée saine se rend le petit conduit pancréatique g, qui est également sain et peut encore verser une certaine quantité de suc pancréatique dans le duodénum. Ce petit conduit n'a pas reçu d'injection, parce que l'anastomose constante qu'il affecte avec le grand conduit, se fait par la branche inférieure qui n'avait pas été injectée.

a. Pylore.

cc'. Conduit pancréatique injecté avec de la gélatine colorée en bleu.

d. Face antérieure du duodénum.

g. Petit conduit pancréatique provenant spécialement de la portion du pancréas restée saine.

i. Insertion du gros conduit pancréatique dans l'intestin.

$l l' l''$. Branche inférieure du gros conduit pancréatique se rendant à la portion verticale du pancréas.

p. Portion moyenne du pancréas restée saine.

$p'p'$. Portion transversale du pancréas altérée.

p''. Portion inférieure verticale du pancréas à peu près détruite.

s. Portion pylorique de l'estomac.

l. Petite masse lobulée restant encore dans la portion transversale du pancréas.

TABLE DES MATIÈRES.

PRÉLIMINAIRES..... 3

CHAPITRE I^er^. — *Considérations anatomiques sur le pancréas*..... 6

§ I^er^. Des conduits du pancréas et de leurs anastomoses..... 7
§ II. Structure du pancréas..... 15
§ III. Des propriétés chimiques spéciales au tissu du pancréas..... 17

CHAPITRE II. — *Du suc pancréatique*..... 37

§ I^er^. Procédés pour recueillir le suc pancréatique sur les animaux vivants..... 37
§ II. Du suc pancréatique, de sa sécrétion et des modifications qu'il éprouve pendant son extraction..... 43
§ III. Propriétés physiques et composition chimique du suc pancréatique..... 54
§ IV. Propriétés physiologico-chimiques du suc pancréatique..... 65

CHAPITRE III. — *Action physiologique du suc pancréatique dans la digestion de la graisse chez l'animal vivant*..... 80

§ I^er^. Le suc pancréatique émulsionne les graisses et opère la formation du chyle..... 80
§ II. Le suc pancréatique agit-il dans l'intestin chimiquement sur la graisse de la même manière qu'en dehors de l'animal?..... 91
§ III. Perturbations qu'éprouve la digestion de la graisse par la destruction du pancréas chez les animaux mammifères, ou par les maladies de cet organe chez l'homme..... 94
§ IV. Qu'est-ce que le chyle?..... 120

Chapitre IV. — *Rôle du suc pancréatique dans la digestion des substances alimentaires autres que les matières grasses neutres. — Théorie générale de l'action du suc pancréatique* 125

§ I^er^. Action du suc pancréatique seul sur les matières alimentaires féculentes sucrées et albuminoïdes 126

§ II. Action du suc pancréatique sur les matières alimentaires lorsqu'il agit de concert avec les autres liquides intestinaux, et particulièrement avec le suc gastrique et la bile 130

§ III. Théorie générale de l'action du suc pancréatique dans les phénomènes de la digestion 141

Chapitre V. — *Du pancréas et de son rôle considérés dans la série animale* 147

§ I^er^. Du pancréas et de son rôle chez les Oiseaux 148

§ II. Rôle du pancréas chez les Reptiles et les Poissons 160

§ III. Du pancréas dans les Invertébrés 168

§ IV. Physiologie comparée du pancréas; signification des différences de volume qu'il présente chez les animaux 169

Explication des Planches 173

ERRATA.

Page 15, ligne 26, *au lieu de* cellules du pancréas, *lisez* cellules de la glande parotide.
Page 15, ligne 26, *au lieu de* de la glande sous-maxillaire, *lisez* de la glande sublinguale.
Page 15, ligne 27, *au lieu de* du parotide, *lisez* de la glande sous-maxillaire.
Page 15, ligne 27, *au lieu de* de la linguale, *lisez* du pancréas.
Page 85, lignes 20, 28, 29, *au lieu de* centilitres, *lisez* centimètres cubes.
Page 153, ligne 34, *au lieu de* Lehman, *lisez* Lehmann.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MALLET-BACHELIER,
rue du Jardinet, 12.

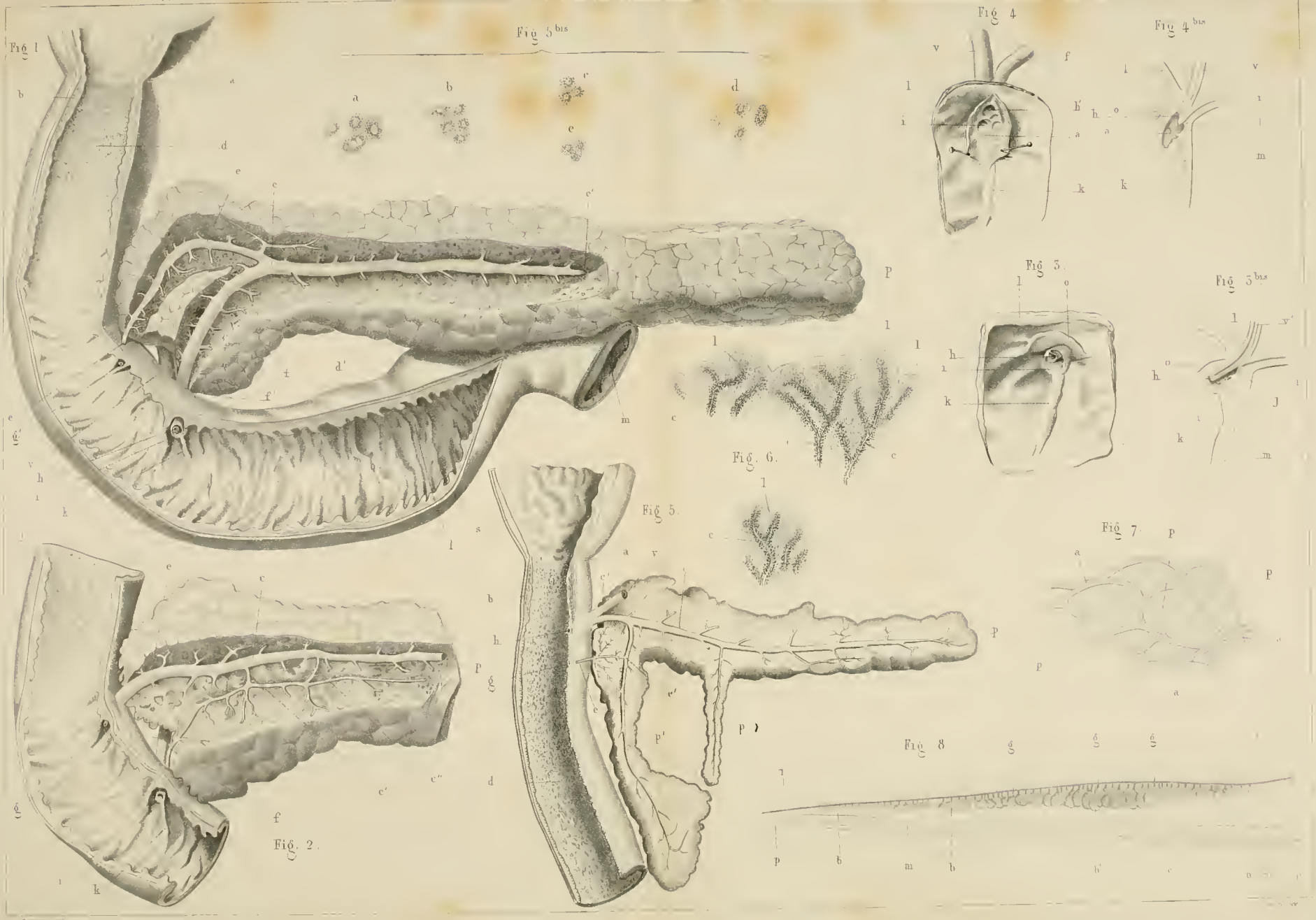
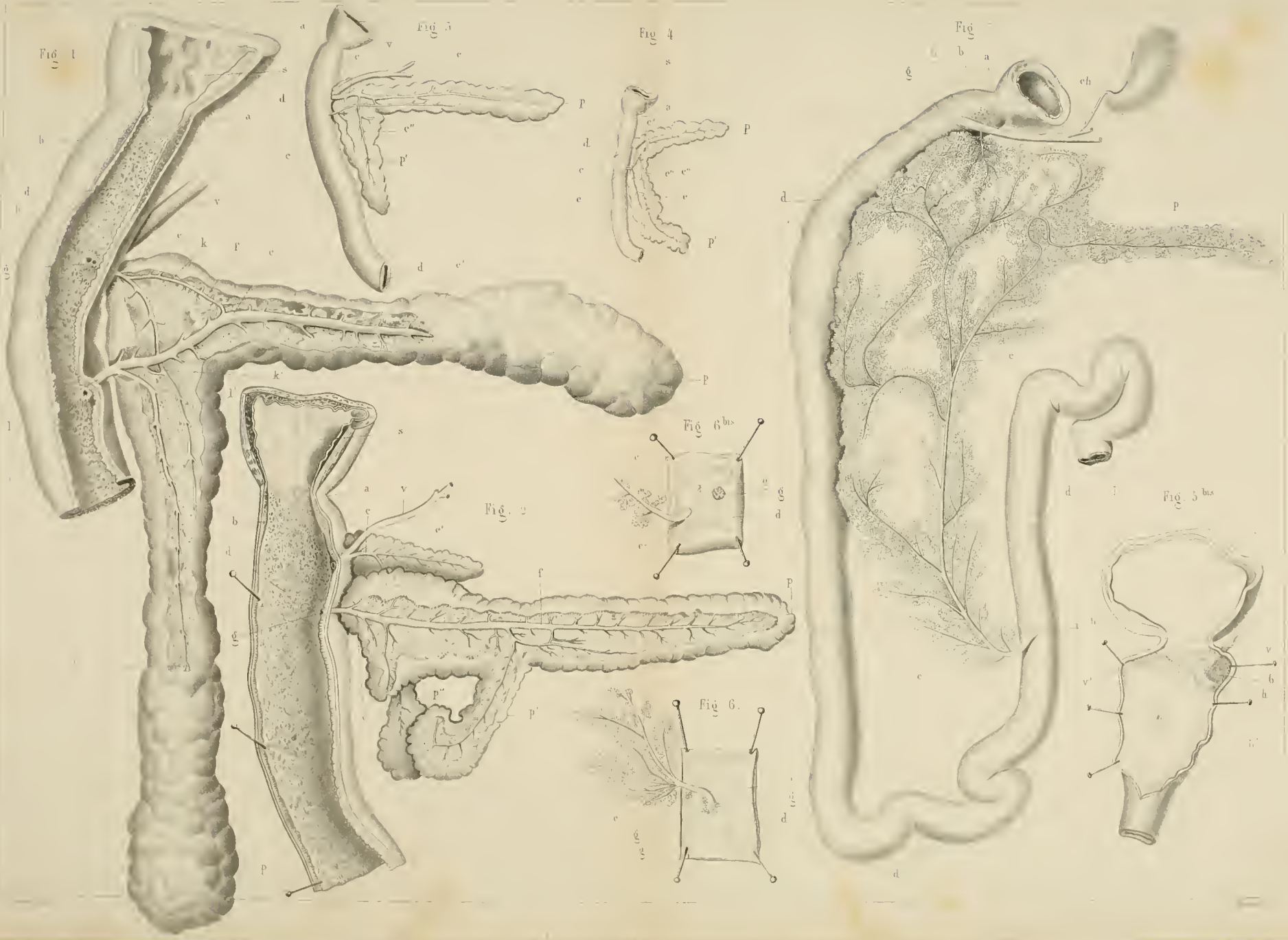


Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 3
Fig. 3 bis
Fig. 4
Fig. 4 bis
Fig. 5
Fig. 5 bis
Fig. 6.
Fig. 7
Fig. 8



MÉMOIRE SUR LE PANCRÉAS

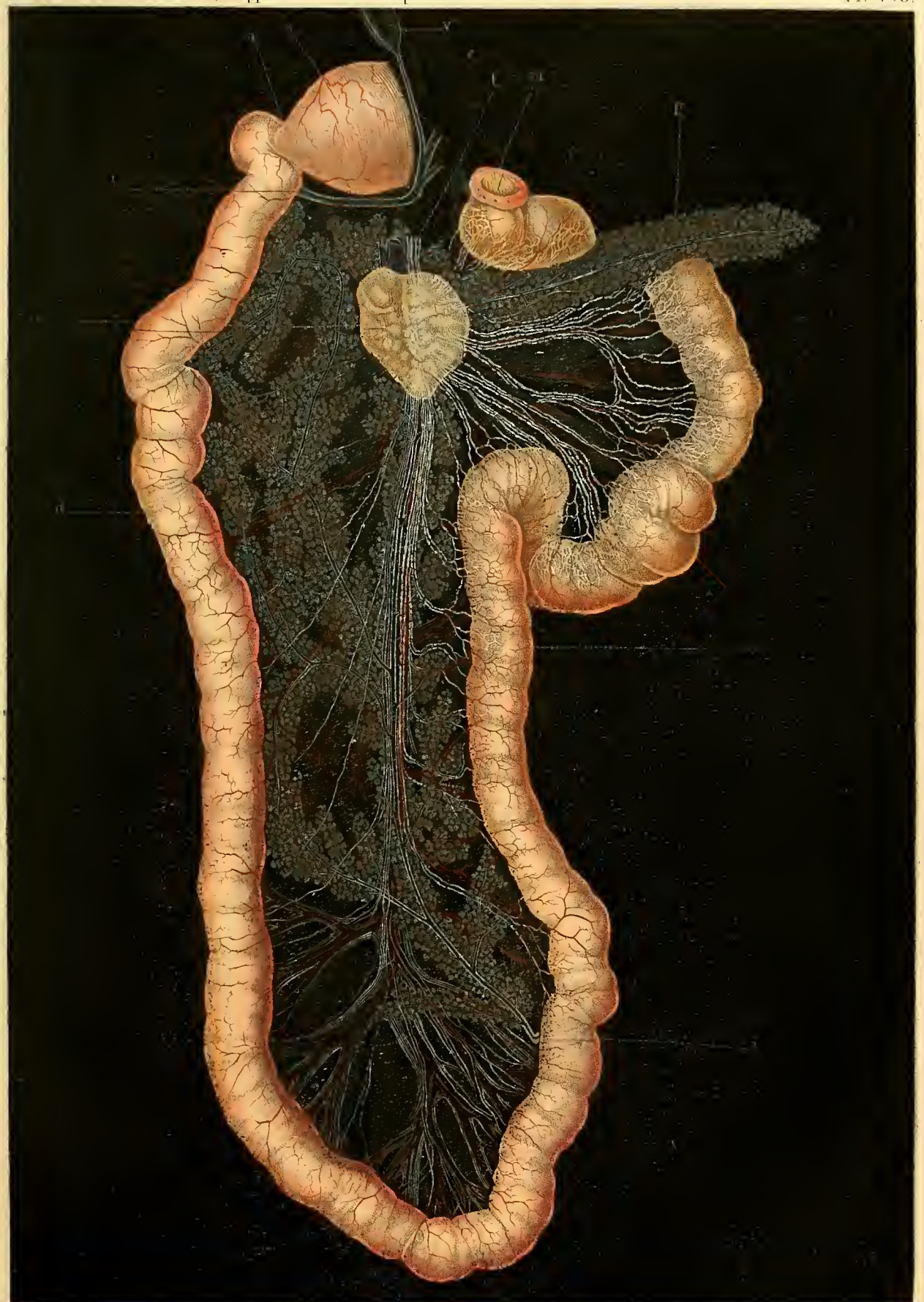
Fig. 1.

Fig. 2.

Lackerbauer pinx.t

Rousseau

MÉMOIRE SUR LE PANCRÉAS.



Lucherbauer pinx.t

Berronier sc

Leveillé del

Borromée sc

MÉMOIRE SUR LE PANCRÉAS.

17.X.46

COUNTWAY LIBRARY OF MEDICINE
QP
195
B45

RARE BOOKS DEPARTMENT

NOUVELLES PUBLICATIONS CHEZ J.-B. BAILLIÈRE.

ŒUVRES ANATOMIQUES, PHYSIOLOGIQUES ET MÉDICALES DE GALIEN, traduites sur les textes imprimés et manuscrits, accompagnées de sommaires, de notes, de planches et d'une table des matières, précédées d'une introduction ou étude biographique, littéraire et scientifique sur Galien, par le docteur Ch. Daremberg, bibliothécaire honoraire de l'Académie de médecine, etc. Paris, 1854 à 1856, t. I et II, grand in-8 de chacun 750 pag. Prix du volume: 10 fr.

Les tomes I et II contiennent : Que le bon médecin est philosophe. — Exhortation à l'étude des arts. — Que les mœurs de l'âme sont la conséquence des tempéraments du corps. — Des habitudes. — De l'utilité des parties du corps humain. — Des facultés naturelles. — Du mouvement des muscles. — Des sectes aux étudiants. — De la meilleure secte à Trasybule. — Des lieux affectés — De la méthode thérapeutique, à Glaucon.

Les tomes III et IV, qui compléteront cette importante publication, paraîtront incessamment.

TRAITÉ EXPÉRIMENTAL ET CLINIQUE D'AUSCULTATION appliquée à l'étude des maladies du poumon et du cœur, par le docteur J.-H.-S Beau, médecin de l'hôpital Cochin, membre de l'Académie impériale de médecine, etc. Paris, 1856, in-8 de 630 pages. 7 fr. 50

TRAITÉ D'HYGIÈNE NAVALE, ou de l'Influence des conditions physiques et morales dans lesquelles l'homme de mer est appelé à vivre et des Moyens de conserver sa santé, par J.-B. Fonssagrives, professeur à l'École de médecine navale de Cherbourg. Paris, 1856, 1 vol. in-8 de 800 pages, avec 57 figures dans le texte. 10 fr.

TRAITÉ DE GÉOGRAPHIE ET DE STATISTIQUE MÉDICALES, comprenant la météorologie, la géologie médicale, les lois statistiques de la population et de la mortalité, la climatologie, la distribution géographique des maladies, etc., par le docteur C. Boudin, médecin en chef de l'hôpital militaire du Roule. Paris, 1856. 2 vol. in-8, avec cartes et tableaux.

LE DÉMON DE SOCRATE, spécimen d'une application de la science psychologique à celle de l'histoire, par Fr. Lélut, membre de l'Institut de France, médecin de l'hôpital de la Salpêtrière; *nouvelle édition*, revue, corrigée et augmentée d'une préface. Paris, 1856, 1 vol. in-12 3 fr. 50

DU SOMMEIL au point de vue physiologique et psychologique, par A. Lemoine, professeur à la Faculté des lettres de Bordeaux. Ouvrage couronné par l'Institut de France. Paris, 1855, 1 vol. in-12 de 410 pages. 3 fr. 50

TRAITÉ D'ANATOMIE PATHOLOGIQUE GÉNÉRALE ET SPÉCIALE, ou Description et Iconographie pathologique des altérations morbides, tant liquides que solides, observées dans le corps humain, par M. H. Lebert, professeur de clinique médicale à l'université de Zurich, etc. Paris, 1855-1856.

Les livraisons I à XIV sont en vente. Prix de chaque 15 fr.

Ce bel ouvrage se composera de 2 volumes in-folio de texte, et d'environ 200 planches gravées, et la plupart coloriées. Il se publie par livraisons, chacune composée de 32 pages de texte et de 5 planches in-folio gravées et coloriées.

LEÇONS DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE appliquée à la médecine, faites au Collége de France, par Cl. Bernard, membre de l'Institut de France, professeur de physiologie générale à la Faculté des sciences, professeur au Collége de France. Paris, 1855-1856, 2 vol. in-8 de chacun 500 pages, avec figures. 14 fr.

Le tome II^e^, Paris, 1856, in 8. 7 fr.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ MÉDICALE D'OBSERVATION DE PARIS, 1856, t. III, in-8 de 616 pages avec une planche lithographiée. 8 fr.

Ce volume contient: Valleix, De la coïncidence du rhumatisme articulaire et des maladies du cœur. — Cossy, Mémoire sur une cause encore peu connue d'engouement interne de l'intestin. — Woillez, Recherches sur les variations de la capacité thoracique dans les maladies aiguës. — Lebert, Mémoire sur les cancroïdes cutanés. — Cossy, Recherches sur le délire aigu des épileptiques (manie intermittente, manie avec fureur), pour servir à l'histoire de l'épilepsie et de la folie. — Oulmont, Des oblitérations de la veine cave supérieure. — Barth, Recherches sur la dilatation des bronches.

TRAITÉ D'HYGIÈNE PUBLIQUE ET PRIVÉE, par le docteur Michel Lévy, membre du Conseil de santé des armées, directeur de l'École d'application de médecine du Val-de-Grâce, membre de l'Académie impériale de médecine, etc. *Troisième édition*, revue et considérablement augmentée. Paris, 1856, 2 vol. in-8 de chacun 800 pag. 16 fr.

HISTOIRE NATURELLE DES VÉGÉTAUX PARASITES qui croissent sur l'homme et sur les animaux vivants, par Ch. Robin, docteur en médecine et docteur ès sciences, agrégé d'histoire naturelle médicale à la Faculté de médecine de Paris. Paris, 1853, 1 vol. in-8 de 700 pages, avec atlas de 15 planches gravées, en partie coloriées. 16 fr.

TRAITÉ DE PHYSIOLOGIE COMPARÉE DES ANIMAUX DOMESTIQUES, par M. G.-C. Colin, chef du service d'anatomie et de physiologie à l'École impériale vétérinaire d'Alfort. Paris, 1854-1856, 2 vol. grand in-8 de chacun 700 pages, avec 114 figures intercalées dans le texte. 18 fr.

BULLETIN DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE, publié par les soins de la commission de publication de l'Académie, sous la direction de MM. F. Dubois, secrétaire perpétuel, et Depaul, secrétaire annuel. Paraît régulièrement tous les quinze jours, par cahiers de 3 feuilles (48 pages in-8). Le Bulletin publie exactement tous les travaux de chaque séance de l'Académie.

Prix de l'abonnem. pour un an *franco* pour la France, 15 fr.

Collection du 1^er^ octobre 1836 au 30 septembre 1856 : vingt années formant 21 volum. in-8 de chacun 1100 pages. 140 fr.

Chaque année séparée, in-8 de 1100 pages. 12 fr

ICONOGRAPHIE OPHTHALMOLOGIQUE, ou Descriptions et figures coloriées des maladies de l'organe de la vue, comprenant l'anatomie pathologique, la pathologie et la thérapeutique médico chirurgicale, par le docteur J. Sichel, professeur d'ophthalmologie, médecin oculiste des maisons d'éducation de la Légion-d'honneur. 1853-1856

Cet ouvrage sera publié en 20 livraisons, composées chacune de 52 pages de texte in-4 et de 4 planches dessinées d'après nature, gravées, imprimées en couleur, retouchées au pinceau avec le plus grand soin. Une livraison paraîtra toutes les six semaines. Prix de chaque : 7 fr. 50

Les livraisons 1 à 16 sont publiées.

Le texte se compose d'une exposition théorique et pratique de la science, dans laquelle viennent se grouper les observations cliniques, qui les met en concordance entre elles, et dont l'ensemble formera un *Traité clinique des maladies de l'organe de la vue*, commenté et complété par une nombreuse série de figures.

Les planches sont aussi parfaites qu'il est possible ; elles offrent une fidèle image de la nature : partout les formes, les dimensions, les teintes ont été consciencieusement observées; elles présentent la vérité pathologique dans ses nuances les plus fines, dans ses détails les plus minutieux ; gravées par des artistes habiles, imprimées en couleur et souvent avec repère, c'est-à-dire avec une double planche, afin de mieux rendre les diverses variétés des injections vasculaires des membranes externes, toutes les planches sont retouchées avec le plus grand soin.

L'auteur a voulu qu'avec cet ouvrage, le médecin, comparant les figures et la description, pût reconnaître et guérir la maladie représentée lorsqu'il la rencontrera dans la pratique.

TRAITÉ D'ANATOMIE PATHOLOGIQUE GÉNÉRALE, par J. Cruveilhier, professeur d'anatomie pathologique à la Faculté de médecine de Paris. Paris, 1849, t. I, in-8, de 700 pages. Prix : 8 fr.

Le tome II^e^, 1852, in-8 de 914 pages. 9 fr.

Le tome III^e^, 1855, in-8 de 918 pages. 9 fr.

Cet ouvrage est l'exposition du Cours d'anatomie pathologique que M. Cruveilhier fait à la Faculté de médecine de Paris.

TRAITÉ DE CHIMIE ANATOMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE normale et pathologique, ou des Principes immédiats normaux et morbides qui constituent le corps de l'homme et des mammifères, par Ch. Robin, docteur en médecine et docteur ès sciences, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, et F. Verdeil, docteur en médecine, chef des travaux chimiques à l'Institut national agronomique, professeur de chimie. Paris, 1853, 3 forts vol. in-8, accompagnés d'un Atlas de 45 planches dessinées d'après nature, gravées, en partie coloriées. 36 fr.

Le but de cet ouvrage est de mettre les anatomistes et les médecins à portée de connaître exactement la constitution intime ou moléculaire de la substance organisée en ses trois états fondamentaux, liquide, demi-solide et solide. Son sujet est l'examen, fait au point de vue organique, de chacune des espèces de corps ou Principes immédiats qui, par leur union moléculaire à molécule, constituent cette substance.

Paris. — Imprimerie de L. Martinet, rue Mignon, 2.